Numéro d'ordre : **10**

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE CAEN

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Henri MATTE

Répétiteur Général, Professeur-adjoint au Lycée de Caen

Collaborateur auxiliaire du service de la Carte Géologique de la France

1re THÈSE. — RECHERCHES SUR L'APPAREIL LIBÉRO-LIGNEUX DES CYCADACÉES.

2e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 29 Juillet 1904

COMMISSION D'EXAMEN

MM. LIGNIER, *Président.*
BIGOT, DUBOSCQ, *Examinateurs.*

CAEN
IMPRIMERIE E. LANIER, 1 & 3, RUE GUILLAUME

1904

Numéro d'ordre : **10**

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE CAEN

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Henri MATTE

Répétiteur Général, Professeur-adjoint au Lycée de Caen

Collaborateur auxiliaire du service de la Carte Géologique de la France

1re **THÈSE.** — RECHERCHES SUR L'APPAREIL LIBÉRO-LIGNEUX DES CYCADACÉES.

2e **THÈSE.** — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le Juillet 1904

ACAD. LUGD.BAT. BIBL.

COMMISSION D'EXAMEN

MM. LIGNIER, *Président.*
BIGOT,
DUBOSCQ, } *Examinateurs.*

CAEN
IMPRIMERIE E. LANIER, 1 & 3, RUE GUILLAUME

1904

UNIVERSITÉ DE CAEN

FACULTE DES SCIENCES

MM.	
LIGNIER,	Doyen, professeur de Botanique.
DITTE,	Membre de l'Institut, Doyen honoraire.
DE SAINT-GERMAIN,	Doyen honoraire, professeur de Mécanique.
JOYEUX-LAFFUIE,	Professeur d'Anatomie et Physiologie animale.
RIQUIER,	— de Calcul différentiel et intégral.
LOUÏSE,	— de Chimie.
BIGOT,	— de Géologie et Paléontologie.
HOULLEVIGUE,	— de Physique.
BESSON,	Professeur adjoint, maître de conférences de Chimie.
GUINCHANT,	Professeur adjoint, maître de conférences de Physique.
DUBOSCQ,	Maître de conférences de Zoologie.
BERNARD,	— de Botanique.
GUITTON,	Chargé de Conférences de Mathématiques.
GALLOU,	Secrétaire.

A MONSIEUR O. LIGNIER

PROFESSEUR DE BOTANIQUE

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE CAEN

Respectueux hommage.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547014_0029

INTRODUCTION.

Depuis quelques années on tend à accorder à l'anatomie de la feuille une importance de plus en plus grande et M. Lignier a pu dire que « *dans la comparaison du système libéro-ligneux de deux rameaux, le parcours des faisceaux ne doit pas être considéré dans la tige, mais dans la feuille prise comme unité* » ; c'est le parcours ainsi compris qu'il appelle *mériphyte*.

C'est donc en particulier, ainsi que certains botanistes l'ont montré, à différentes reprises et en se plaçant à des points de vue divers, dans la feuille que la forme anatomique du système libéro-ligneux est appelée à fournir les renseignements les plus précis dans la comparaison systématique des plantes entre elles.

Imbu de ces principes et pensant, par suite, que le système libéro-ligneux des Cycadacées pourrait donner des indications précieuses sur la valeur phylogénétique de ce groupe, j'ai entrepris sur leur mériphyte une série de recherches dont j'ai déjà donné un résumé partiel succinct (1).

La première partie de mon travail est consacrée au développement des observations que j'ai pu faire dans la feuille végétative.

Limitée à ce premier chapitre, l'étude à laquelle je me suis livré eût présenté une grave lacune ; en effet, si les caractères ancestraux, encore visibles à certains égards dans la feuille ordinaire, ont semblé jusqu'ici avoir disparu presque complètement de la tige par suite de modifications d'ordre fonctionnel, ces caractères paraissent se retrouver plus nombreux et d'une façon plus constante dans la feuille reproductrice ainsi que dans l'axe floral.

(1) *Le Mériphyte chez les Cycadacées*, (C. R. Acad. des Sc. juillet 1903.)

J'ai donc consacré la deuxième partie de mon travail à la fleur, avec cette restriction indépendante de ma volonté que l'absence de matériaux toujours rares et souvent indispensables m'a forcé de limiter mes observations aux seuls échantillons que j'ai pu me procurer.

Me gardant à ce point de vue de reproduire les travaux assez récents de THIBOUT, SCOTT et WORSDELL, sans oublier cependant de m'en servir, je me suis borné à développer certains faits nouveaux et intéressants rencontrés dans des fleurs qui jusqu'ici n'ont été que peu ou pas touchées.

La structure des tiges adultes a été relevée plus ou moins longuement dans de nombreux travaux que je me contente d'analyser plus loin. Je n'aborde pas ce sujet dans le présent mémoire.

Les jeunes plantes ont été beaucoup plus délaissées et parmi les nombreuses germinations qui sont en ma possession, j'ai choisi trois types différents dont la description fait l'objet de la troisième partie. Cette dernière et courte description, fort incomplète d'ailleurs, a simplement pour but de mettre en relief et de chercher à expliquer certaines structures particulièrement intéressantes qui, comparées aux structures des plantes adultes, m'ont paru susceptibles d'interprétations diverses.

J'ajouterai que pour ne pas donner à mon travail des proportions qui nuiraient peut-être autant à sa clarté qu'à ses conclusions, j'ai décidé de remettre la suite de cette partie à une date ultérieure, mais prochaine ; elle aura pour objet l'étude de nombreuses germinations, d'âges différents pour une même espèce, réparties dans tous les genres des Cycadacées.

Les parcours des faisceaux dans les feuilles et la fleur ont été étudiés le plus souvent par la méthode ordinaire des coupes sériées à la main et montées dans la glycérine; les figures qui les représentent ne sont nullement schématiques, sauf indication contraire ; elles sont la reproduction exacte des relations des faisceaux entre eux ainsi que de leurs dimensions propres; les rapports réciproques entre la longueur et la largeur sont seuls modifiés en vue de la reproduction graphique; divers signes conventionnels sont adoptés et expliqués au cours de l'étude.

Dans la description de ces parcours, j'ai toujours procédé du simple au composé, c'est-à-dire en commençant par le sommet de la feuille.

En outre, sans prendre parti pour ou contre les diverses hypothèses qui ont été émises, je considère la tige comme étant formée par l'agrégation des traces foliaires entre elles; la feuille s'insère donc sur la tige au lieu de s'en détacher.

L'orientation de mes dessins est faite de telle façon que l'observateur est supposé dans l'axe de la tige et regardant la feuille relevée contre son support.

L'emploi de la chambre claire à été d'un usage constant, même pour la représentation demi-schématique.

Dans nombre de cas, et en particulier pour la fleur où l'hypoderme scléreux manque ou peut être éliminé facilement sans léser les parties plus internes, l'étude du parcours a été grandement facilitée par l'emploi d'une méthode qui, tout en simplifiant considérablement le travail manuel, permet d'éviter toute erreur de lecture. D'épaisses coupes transversales ou longitudinales, préalablement traitées par l'hypochlorite de soude jusqu'à opacité blanchâtre de l'objet, ont été colorées par la fuchsine à la potasse, puis ont subi les mêmes *manipulations lentes* ordinairement employées pour les inclusions au xylol. Dans les coupes ainsi préparées, j'ai obtenu une transparence parfaite où la course des faisceaux était rendue si nette qu'elle a pu être photographiée dans la plupart des cas. J'ai préparé ainsi des fragments atteignant jusqu'à 8 millimètres d'épaisseur où les filets les plus tenus étaient franchement visibles (1).

Non seulement j'ai trouvé dans ce procédé une économie de temps appréciable et une sûreté de lecture absolue, mais aussi les échantillons remis dans l'alcool par un mode inverse ont pu être utilisés ultérieurement pour la confection des coupes en vue de l'étude histologique des tissus.

L'étude des germinations a été faite sur des coupes sériées au microtome ; j'ai employé le xylol pour la pénétration de la paraffine comme pour son enlèvement et le rouge Congo à la potasse pour la coloration des tissus ; ce seul colorant suffit pour faire ressortir avec plus

(1) Les seuls insuccès proviennent de l'emploi trop prolongé des mêmes bains pour des manipulations successives.

Je noterai aussi que la présence du sclérenchyme est un obstacle sérieux pour la lecture du parcours des faisceaux ; néanmoins, toutes les fois que ce tissu forme une zône externe bien distincte de l'appareil libéro-ligneux, une dissection finale opérée sous le xylol permet de vaincre cette difficulté.

d'intensité les éléments lignifiés au milieu des éléments cellulosiques ; cependant, je recommande également de colorer par la fuchsine à la potasse avant de faire passer l'objet dans l'alcool absolu et dans les bains successivement plus condensés de xylol ; cette action, combinée avec celle du rouge Congo après enlèvement de la paraffine, donne une belle coloration violette des éléments lignifiés tranchant sur les éléments cellulosiques restés en rose.

Un certain nombre d'échantillons d'herbier, souvent très précieux, mais complètement desséchés, ont pu être étudiés de la même façon que les échantillons frais. J'ai utilisé à cet effet l'immersion prolongée variable entre 2 et 4 semaines suivant la grosseur des objets, dans l'acide lactique porté à des températures progressivement croissantes jusqu'à 60°.

Ce procédé m'a donné les meilleurs résultats et a rendu possible, après un nouveau séjour dans l'alcool absolu, la confection des coupes transversales qui ont été traitées ensuite comme des coupes ordinaires.

En raison de l'absence d'une étude d'ensemble sur le système libéro-ligneux des différents organes des Cycadacées, je partage mon historique en trois parties correspondant à chacune des grandes divisions du présent mémoire ; j'ai pensé ainsi que le rapprochement plus immédiat de travaux antérieurs portant sur les mêmes organes faciliterait d'autant la comparaison de mes propres recherches avec celles qui ont déjà été publiées.

Avant de terminer cette introduction, il me reste un devoir agréable à remplir : Je prie M. le professeur Lignier, qui a guidé mes premiers pas dans l'étude de la botanique et à qui je dédie cet ouvrage, d'agréer l'expression de ma profonde gratitude pour les nombreux et précieux enseignements qu'il m'a prodigués.

Je remercie en outre, sincèrement tous ceux qui ont favorisé mes recherches en me procurant des matériaux toujours difficiles à obtenir: je citerai M. Costantin, professeur-administrateur au Muséum de Paris ; M. le Directeur de l'Agriculture à Madagascar ; M. Dybowski, directeur du jardin colonial de Nogent-sur-Marne ; M. Ikeno, professeur à la Faculté d'Agriculture, à Tokyo (Japon) ; M. Corbière, direc-

teur du parc Liais à Cherbourg : M. Duss, professeur au Collège de Basse-Terre (La Guadeloupe) ; M. Maiden, directeur du Jardin botanique de Sydney (Australie) ; M. Mac-Owan, à Port-Natal (Colonie du Cap) ; M. Thiselton-Dyer, directeur du Jardin Royal de Kew (Angleterre) ; M. Poisson, assistant au Muséum d'histoire naturelle à Paris ; M. Boisroux, jardinier à Cavigny (Manche) ; M. Godefroy-Lebeuf, horticulteur à Paris, etc.

Ce travail a été fait au Laboratoire de botanique de l'Université de Caen, dirigé par M. le professeur Lignier.

PREMIÈRE PARTIE

LA FEUILLE

HISTORIQUE

Bornemann *(Ueber organische Reste der Lettenkohlengruppe Thüringen, 1856)*, à propos d'une étude sur certains échantillons fossiles et leur classification parmi les Cycadées, a été amené à décrire la structure épidermique et la nervation de folioles appartenant aux différents genres de ce groupe ; certaines de ses observations, concernant la terminaison des faisceaux aux bords et à la pointe des folioles et basées sur un simple examen macroscopique, ont dû être corrigées dans la suite ; néanmoins, ses figures, prises dans des espèces diverses, sont exactes dans leur ensemble et elles sont accompagnées d'une courte description.

Je cite ici pour mémoire l'important travail de Mettenius *(Beitrage zur Anatomie der Cycadeen, 1860)* dont la revue critique trouvera plutôt sa place en tête de la 3e partie du présent mémoire ; je dirai seulement que cet auteur n'a considéré la feuille que dans ses rapports fasciculaires avec la tige ; la course en ceinture des traces foliaires y est décrite et figurée très exactement avec de grands détails chez le *C. revoluta,* Thunb., l'*E. horridus*, Lehm., le *D. edule*, Lind. et le *Z. muricata*, Wild., mais aucune explication n'est donnée au point de vue de l'origine de cette structure particulière.

Kraus *(Ueber den Bau der Cycadeenfiedern, 1865),* s'étend beaucoup plus longuement que Bornemann sur la structure générale de la foliole; c'est le premier auteur qui ait abordé l'étude des parcours des faisceaux dans le pétiole de quelques espèces ; il établit pour le *C. revoluta*, Thunb., une règle d'après laquelle les faisceaux de trois pinnules successives tirent leur origine d'un seul faisceau du rachis ; on verra dans le cours de cet ouvrage que je n'ai pas trouvé confirmation de cet état. L'auteur ajoute que, chez le *Ceratozamia* et le *Dioon*, tous les faisceaux parallèles d'une pinnule sont des ramifications d'un seul faisceau du rachis et que ces faisceaux confluent en arc au sommet de la foliole ; la terminaison est libre à la pointe chez le *Cycas*, dit-il, et aux dents chez le *Zamia*. Il est peu question du genre *Stangeria* où seule la nervation tænioptéridée de la foliole est relevée ; aucune mention n'est faite des genres *Bowenia*, *Encephalartos* et *Macrozamia* à moins que ces deux derniers n'aient été compris d'une part dans le genre *Zamia*, et d'autre part dans les espèces à nervation parallèle.

Vetters *(Die Blattstiele der Cycadeen, 1884)* a donné un petit opuscule où la course des faisceaux n'est envisagée que dans ses rapports entre la foliole et le rachis ; cet auteur, tout en corrigeant la règle de Kraus à propos du *C. revoluta,* Thunb., dit que le nombre de folioles alimentées par un seul et même faisceau du rachis va en augmentant à partir de la base vers le sommet ; selon moi, cet état n'est pas plus absolu que la règle de Kraus. En outre, la figure que donne cet auteur en ce qui concerne la rentrée des faisceaux foliolaires du *D. edule,* montre qu'un examen simplement macroscopique peut conduire à des erreurs parfois importantes ; j'aurai à les relever en cours de description.

Lignier a établi dans deux notes publiées en 1892 et en 1894 que la foliole des Cycas n'est pas dépourvue de toute nervation latérale et que les éléments vasculaires à ponctuations aréolées disposées perpendiculairement à la nervure médiane dans le parenchyme lacuneux, représentent une nervation réduite à disposition tænioptéridée.

D'autre part, en 1894 également, ce même auteur, prenant pour types le *D. edule* et l'*E. Lehmanni*, montre que les folioles présentent une nervation dichotomique particulièrement nette chez le *Stangeria* et le *Bowenia,* mais masquée à première vue chez les Euzamiées par ce fait que les dichotomies s'y font dans le rachis support et dans la base épaissie de la foliole.

NESTLER (*Ein Beitrag zur Anatomie der Cycadeenfiedern, 1895*) s'est fort étendu sur le parcours des faisceaux dans la feuille ; si je ne me livre pas ici à un résumé même rapide des recherches de cet excellent auteur, c'est que j'aurai fréquemment à comparer ses propres résultats aux miens dans le cours de mes descriptions ; ces comparaisons auront surtout trait à la considération des pointements trachéens négligés jusqu'ici et auxquels j'ai attaché une importance spéciale. Enfin, les différences de structure parfois considérables que je relève dans des espèces également étudiées par le Dr NESTLER, tiennent sans aucun doute à ce que, contrairement à lui, j'ai toujours choisi des organes adultes de taille maxima normale où la forme du mériphyte se rencontre dans son état de développement complet.

Si les travaux de BORNEMANN, KRAUS, VETTERS et NESTLER se sont relativement peu étendus sur le système libéro-ligneux de la feuille, il n'en est pas de même en ce qui concerne la structure générale de cet organe ; leurs observations successives très détaillées sur le mésophylle, l'épiderme et ses annexes se complètent les unes les autres à ce point que je n'ai pas cru devoir m'y arrêter.

Enfin, j'ai donné moi-même dans une note présentée à l'Académie des Sciences *(le Mériphyte chez les Cycadacées, 1903)*, un résumé succinct des principaux résultats de mes recherches ; c'est ce résumé que je développe ici. J'y ajoute en outre différentes observations tirées, soit de la considération des pointements trachéens, soit de l'étude d'espèces nouvelles plus particulièrement intéressantes.

CHAPITRE I

Genre CYCAS, L.

§ 1. — *La foliole*

La foliole lancéolée des *Cycas* montre une seule nervure longitudino-médiane parcourue par un faisceau vasculaire unique.

Cette forme, qui semble la plus simple parmi tous les genres de Cycadées, est en réalité plus complexe ; en effet, M. Lignier (**38**) (1) a montré que ces folioles ne sont pas dépourvues de toute nervation latérale et que les éléments vasculaires à ponctuations aréolées disposés au milieu du parenchyme lacuneux perpendiculairement à la nervure principale, représentent une nervation réduite dont la disposition primitive aurait été analogue à celle que l'on trouve chez les Fougères tænioptéridées.

La nervation foliolaire des *Cycas* ne forme donc pas un type complètement à part dans le groupe, mais elle se rapproche au contraire de celle du *Stangeria*.

§ 2. — *Rachis*

1er Type. — *Cycas revoluta*, Thunb, (Pl. I)

1° *Course des faisceaux.* — Le pétiole de la feuille se termine par une pointe dépourvue de faisceau à l'état adulte.

Il n'y a pas de foliole impaire terminale.

Les deux faisceaux 1^d et 1^g provenant de la première paire de folioles (fig. 1) s'unissent, à peu de distance au-dessous du niveau d'insertion de celles-ci sur le rachis, en un seul qui reçoit ensuite à droite et à gauche les deux faisceaux 2^d et 2^g de la deuxième paire, puis le faisceau 3^g de la troisième paire foliolaire.

(1) Le numéro qui suit le nom d'un auteur correspond à celui de l'Index bibliographique.

Le cordon définitif ainsi établi ne présente ni divisions ni commissures ultérieures avec ses voisins ; en outre la position qu'il occupe dans le plan médian du rachis ne se maintient pas et, après l'arrivée d'un second faisceau définitif, il se déplace latéralement de telle sorte que l'arc pétiolaire est coupé désormais en deux parties égales par le plan antéro-postérieur de l'organe, sans faisceau médian dans ce plan.

De chaque côté des faisceaux primitifs viennent ainsi se placer, à des niveaux différents, d'autres faisceaux qui tirent leur origine d'*un nombre variable de folioles succcessives;* ces nouveaux faisceaux, comme le premier, restent indivis et sans relation aucune avec leurs voisins dans toute la durée de leur course ; ils se placent simplement à chacune des extrémités de l'arc de telle façon que, en considérant les faits de bas en haut, on peut dire que l'arc s'appauvrit petit à petit et jusqu'à épuisement par la sortie du faisceau marginal.

La figure 2 représente une portion de parcours relevée dans une région plus inférieure ; l'arc pétiolaire s'y constitue toujours suivant le mode décrit précédemment.

Une exception, qui ne détruit pas la règle générale, a été rencontrée à la fois au sommet et dans la région moyenne d'un autre pétiole : le faisceau marginal *m* (fig. 3 et 4) constitué par 3 folioles successives n'y restait pas indépendant ; il s'unissait au contraire au faisceau voisin *m'* préexistant en-dedans de l'arc et formé par les folioles supérieures du même côté.

La règle de Kraus (**31**) suivant laquelle il y a réunion des nervures de 3 pinnules successives pour former chacun des faisceaux de l'arc, n'est pas absolue.

D'autre part, Vetters (**79**) dit : « dans la partie inférieure du pétiole, 3 pinnules successives et du même côté sont alimentées par un seul faisceau du pétiole (le parcours est considéré de bas en haut) ; dans la partie moyenne, il y en a quatre et dans la partie supérieure chacun des faisceaux de cette région mince du pétiole envoie ses branches à six pinnules successives. »

Or, je n'ai jamais constaté non plus que le nombre des folioles alimentées par chaque faisceau pétiolaire s'accrût d'une façon continue de la base vers la pointe ; l'exemple suivant, pris entre plusieurs, indique nettement qu'il est au contraire très variable : sur l'un des côtés d'une feuille, les quatre faisceaux extrêmes de l'une des branches

de l'arc pétiolaire, pris au-dessous de la 21e paire de folioles, desservent l'un après l'autre, en montant, des groupes successifs de 4, 2, 7 et 6 folioles ; de l'autre côté, les cinq faisceaux de l'autre branche de l'arc donnent les nombres 2, 4, 3, 6 et 4 ; quant aux 2 paires de folioles terminales, elles sont innervées à droite et à gauche par l'unique faisceau restant dans le sommet du pétiole.

En définitive, il semble impossible de tirer une conclusion ferme à ce point de vue, soit dans le sens indiqué par KRAUS, soit dans celui de VETTERS ; le seul fait constant, du moins dans les quelques feuilles examinées ici, consiste dans *l'individualisation persistante jusque vers la base du pétiole* des faisceaux successifs constitués par la réunion d'un nombre variable de faisceaux foliolaires.

2° *Arc pétiolaire.* — Au sommet de la feuille, les faisceaux du rachis sont disposés suivant un arc largement ouvert et à concavité antérieure ; la rentrée de nouveaux faisceaux aux extrémités de cet arc amène rapidement l'établissement d'un pli longitudino-latéral caractéristique chez toutes les Cycadacées.

Une coupe transversale pratiquée dans la région inférieure du pétiole dépourvue de folioles montre cet arc sous sa forme la plus complexe (fig. 5) ; elle rappelle assez bien le contour de la section longitudinale de l'appareil sporifère tout entier d'un Champignon à chapeau comme l'*Agaricus campestris*, par exemple ; c'est la forme classique dite en Ω.

Pour faciliter les descriptions ultérieures, je distingue différentes parties dans la courbe jalonnée par les faisceaux du système pétiolaire (Fig. 6) : les faisceaux rentrants de chaque côté se disposent suivant une ligne plus ou moins sinueuse à peu près parrallèle au bord antérieur du pétiole, ce sont les *bandes réceptrices droite et gauche* (*b. r. d.* et *b. r. g.*) ; chacune de ces bandes se relève progressivement *par un pli direct antérieur* (*pl. a*), dans une direction perpendiculaire, vers la région postérieure, constituant ainsi les *branches radio-médianes* ou plus simplement *branches radiales* (*b. m. d.* et *b. m. g.*) situées de part et d'autre du plan antéro-postérieur ; arrivées plus ou moins profondément dans l'intérieur de l'organe, les extrémités de ces branches radiales se courbent de nouveau, *par un pli direct postérieur*, (*pl. p*) en s'écartant l'une de l'autre et du plan médian et elles forment les

demi-arcs internes droit et gauche ($\frac{1}{2}$ *a. i. d.* et $\frac{1}{2}$ *a. i. g.*) qui sont disposés, suivant les cas, soit normalement, soit obliquement par rapport aux branches radiales ; ces demi-arcs peuvent se réduire à un seul faisceau ou même disparaître totalement; il en est de même d'ailleurs pour les branches radiales et pour les bandes réceptrices; enfin, chacun des demi-arcs précédents, avant d'arriver vers les bords latéraux du pétiole, présente un pli inverse du précédent (*pl. i*) qui rejoint l'extrémité correspondante d'un *arc externe* (*a. e.*) parallèle aux bords postérieur et postéro-latéral du pétiole. Chacune des branches radiales, les deux plis directs antérieur et postérieur qui leur sont respectivement contigus et le demi-arc interne correspondant, forment dans leur ensemble une invagination profonde de l'arc foliaire vers l'intérieur de l'organe; je l'appelle *pli longitudino-latéral.*

Lorsque deux faisceaux de cet arc foliaire se rapprochent l'un de l'autre pour s'unir, ils tournent légèrement sur leur axe de manière à mettre d'abord leurs régions ligneuses en contact; l'union se faisant plus complète, un mouvement en sens inverse se produit et les régions libériennes arrivent à leur tour à se confondre; cependant, dans beaucoup de cas, alors que le cordon a repris une dimension normale, les deux pointements trachéens restent longtemps distincts l'un de l'autre; on verra plus loin que j'ai attaché une certaine importance à ce dernier fait.

A peu de distance de l'insertion sur la tige la forme en Ω disparaît peu à peu et le nombre des faisceaux de l'arc pétiolaire diminue assez rapidement par union réciproque. Ce dernier se réduit finalement à deux faisceaux qui courent séparément en un trajet semi-circulaire pour aller s'insérer, ensemble ou non, en un point de la couronne libéro-ligneuse diamétralement opposé à celui de leur rentrée.

Cette course en ceinture avec ses formes diverses a été amplement décrite et figurée par Mettenius (**45**).

Dans la région basilaire du pétiole, au moment où la forme en Ω commence à s'effacer, j'ai relevé assez fréquemment la formation particulière suivante : tout d'abord, l'accolement de deux faisceaux voisins se fait, comme je viens de le dire, par pivotement axial ; mais ensuite, le contact étant établi, le mouvement inverse qui ramène le cordon

unique à son orientation normale *laisse en dehors un fragment fasciculaire détaché des deux marges accolées ;* ce fragment, d'abord inverse et qui prend bientôt une *forme concentrique parfaite* (fig. 7), s'isole ensuite en dehors de l'arc pétiolaire et descend verticalement dans l'écorce de la tige.

Cette structure particulière se produit ordinairement de chaque côté de l'arc en un point qui correspond à la région la plus profonde du pli longitudino-latéral ; mais elle peut se présenter également dans d'autres cas : par exemple, à la suite de la rentrée en un point quelconque de l'arc pétiolaire normal de faisceaux apparus tardivement, soit dans le segment médullaire de la base du pétiole, soit dans sa région corticale et sans aucun rapport avec des insertions foliolaires.

Les faisceaux dont je viens d'indiquer la formation sont, sans aucun doute analogues à ceux que Mettenius (**45**) signale comme se détachant des points où la trace foliolaire prend une course circulaire autour du corps ligneux de la tige ; peut-être, répondent-ils, en outre, à ceux que ce même auteur a cru devoir attribuer, sans pouvoir l'affirmer, à des bourgeons axillaires.

Canaux gommifères. — La description de l'appareil secréteur est jointe à celle du *C. circinalis* et reportée après l'étude de cette espèce prise comme second type.

2e Type. — *Cycas circinalis* Linn. (Pl. I)

1°. — *Course des faisceaux.* — (Fig. 8). Le faisceau 1 de la foliole terminale s'adjoint à droite et à gauche, celui de chacune des folioles de la 1re paire ; tout à fait à la base du premier entre-nœud foliolaire, il se divise en deux parties p et p' qui reçoivent l'une et l'autre le faisceau de la foliole correspondante des 2e, 3e et 4e paires ; p se grossit donc de 3^g, 4^g, 5^g et p' reçoit 3^d, 4^d et 5^d.

Abstraction faite d'une division momentanée qui a lieu en m dans le 4e entre-nœud, et sur laquelle je reviendrai, on remarque que le faisceau p' reçoit encore les faisceaux foliolaires 6^g et 7^g et p les faisceaux 6^d et 7^d.

Au-dessous de l'insertion de la 6e paire foliolaire, c'est-à-dire dans le 6e entre-nœud, les deux faisceaux p et p' se divisent, à des niveaux différents, en deux branches dont la plus rapprochée du plan de

symétrie reste dans la suite *exempte de toute relation avec ses voisins;* l'externe ou marginale joue le rôle de faisceau récepteur jusqu'au moment où elle produit à son tour un branchement analogue ; à ce moment, le nombre des faisceaux de l'arc pétiolaire passera de 4 à 6 de la même façon que précédemment nous l'avons vu passer de deux à quatre.

Toutefois, il faut observer que cette division ne se fait pas simultanément aux dépens de chacun des faisceaux extrêmes de l'arc, mais que, bien au contraire, elle s'opère à des niveaux successifs et parfois fort différents dans chacun d'eux.

Je n'insisterai pas davantage sur la suite du parcours qui se continue suivant le mode général que je viens d'établir ; mais je reviendrai plus loin sur certaines particularités, plus importantes d'ailleurs, que je soumets à interprétation.

En somme, au niveau où je m'arrête, c'est-à-dire après 8 paires de folioles, il est facile de constater que la règle de KRAUS n'est pas encore vérifiée ; en effet, le cordon primitif *c*, bien que résultant de la réunion des trois premières folioles, y compris la terminale, n'est unique qu'en apparence comme je le montre dans la suite ; il se divise d'ailleurs avant la 2e paire, en deux branches qui ne se dédoublent ensuite qu'après l'apport de cinq folioles successives.

Dans son ensemble, ce parcours semble assez différent de celui observé chez le *C. revoluta*, où la division du faiseau marginal récepteur n'existe pas.

Or, en regardant les choses de plus près, la différence n'est qu'apparente ; en effet, *si au lieu de considérer en bloc le cordon réunissant les faisceaux foliolaires, on suit les pointements trachéens de chacun d'eux*, on remarque que, dans la plupart des cas, il n'y a pas de fusion, en fait, mais simplement un accolement et que l'individualisation des cordons élémentaires peut se manifester de nouveau plus tard. De la sorte, les divisions *m*, par exemple, ne représentent en réalité qu'un écartement plus grand de faisceaux qui n'ont jamais confondu leurs pointements trachéens.

De même, dans une région plus inférieure du pétiole (fig. 9), l'apparente division *d* de l'un des faisceaux intermédiaires de l'arc ne représente de même que l'écartement et la séparation d'une branche *e* provenant de l'une des pseudo-divisions normales du faisceau marginal.

Les parcours figurés par le Dr Nestler (**53**) chez le *C. Madagascariensis* et le *C. glauca* sont presque identiques à celui que je viens de décrire.

En ce qui concerne celui du *C. glauca*, il est vraisemblable que la division subie un peu au-dessus du niveau de la 3e paire de folioles (fig. 10) par le faisceau médian de l'arc, est de même nature que la division *d* de la figure 9, et qu'elle ne représente, elle aussi, que la séparation de pointements trachéens non confondus.

La considération des pointements trachéens conduit en outre à un résultat assez inattendu ; en effet, en dégageant du parcours représenté dans la figure 8 celui des seuls pointements trachéens, on constate (fig. 11) que ce dernier est *absolument identique à celui du C. revoluta.*

Ainsi, en considérant les faisceaux dans le sens habituel du mot, j'ai été amené à figurer deux types différents de parcours, tandis qu'en *ne considérant que les pointements trachéens il y a similitude complète entre eux* — du moins pour les espèces décrites jusqu'ici à ce point de vue, — et *possibilité d'établir un type uniforme dans tout le genre Cycas.*

2°. — *Arc pétiolaire.* — L'arc pétiolaire largement ouvert au sommet de la feuille, subit vers le bas les mêmes transformations de forme que chez le *C. revoluta.* Néanmoins, une section faite à un niveau semblable à celui de la figure 5, montre que le nombre des faisceaux est moindre que chez le *C. revoluta,* mais avec des dimensions plus grandes (fig. 12). Cela tient à ce que les divisions subies par le faisceau marginal de l'arc sont relativement peu nombreuses malgré l'arrivée successive des faisceaux foliolaires ; les branches radio-médianes sont très réduites et ne comprennent qu'un ou deux faisceaux opposés.

A la base du pétiole, dans la région d'insertion sur la tige, les unions de faisceaux voisins peuvent produire, bien que plus rarement, des faisceaux concentriques corticaux ou simplement très arqués analogues à ceux que j'ai relevés chez le *C. revoluta.*

3°. — *Canaux gommifères.* — Chez le *C. circinalis,* le faisceau du pétiolule terminal est accompagné de deux canaux postérieurs qui, au niveau d'insertion de la paire foliolaire suivante, viennent se placer l'un à droite, l'autre à gauche, entre le faisceau préexistant et le faisceau rentrant correspondant pour y recevoir l'unique canal qui précède

ce dernier. Le canal unique qui se forme ainsi de chaque côté subit une rapide division en deux branches dont l'une reprend une position postérieure tandis que l'autre se place dans la région antérieure du pétiole où elle fusionne avec sa congénère du côté opposé.

Le premier entre-nœud foliolaire montre alors trois canaux : deux postérieurs et un antérieur.

Le même procédé se répète sur un trajet vertical plus ou moins long, mais bientôt, les canaux ainsi établis ne reçoivent plus aucun apport et les deux branches qui se forment par division du canal rentrant, restent indépendantes, l'une en avant, l'autre en arrière de l'arc libéro-ligneux pétiolaire.

Je dirai cependant que cette adjonction de nouveaux canaux ne se fait pas *simultanément* à droite et à gauche, mais plutôt *alternativement* et à des niveaux quelconques parfois assez espacés. En outre, si, dans la partie supérieure du pétiole, le nombre des canaux postérieurs se montre moindre que celui des canaux antérieurs, à partir de la région moyenne, il arrive rapidement à l'égaler et même à le surpasser.

La feuille du *C. revoluta*, contrairement à celle du *C. circinalis*, est dépourvue de foliole terminale et la partie supérieure du pétiole ne contient pas de canaux gommifères ; on y rencontre seulement, à chaque niveau d'insertion des 4 ou 5 paires foliolaires du sommet, deux lacunes irrégulières et assez volumineuses qui, placées entre le faisceau pétiolaire préexistant et le faisceau rentrant, semblent collecter la substance gommeuse.

On n'observe de canaux vraiment caractérisés qu'à partir d'un niveau souvent très inférieur et variable, et les premiers apparus sont situés en arrière de l'arc pétiolaire.

Comme chez le *C. circinalis*, le nombre de ces canaux augmente avec les rentrées folioliaires, mais, contrairement à ce qui se passe chez cette dernière espèce, le canal qui accompagne le faisceau rentrant *ne se bifurque pas, mais se rend directement soit en avant soit en arrière des faisceaux de l'arc*, sans aucune règle définie.

Dans les deux espèces, l'arc pétiolaire, subissant les effets du plissement longitudino-latéral ci-dessus décrit, disperse peu à peu les canaux établis primitivement suivant deux systèmes nettement séparés ; c'est ainsi qu'à la base du pétiole, il est difficile, à première vue, d'établir à quel système appartiennent les canaux qui se sont introduits

soit à l'intérieur de l'arc externe, soit entre les branches radiales; néanmoins, il est plutôt de règle que les premiers proviennent du système postérieur tandis que les seconds sont formés en grande partie par le système antérieur.

§ 3. — *Résumé du genre* Cycas

La foliole possède une seule nervure longitudino-médiane parcourue par un *seul faisceau*, mais la présence d'éléments vasculaires situés perpendiculairement à ce faisceau a permis à M. Lignier de *rapporter la nervation totale à la forme tænioptéridée*.

La trace foliolaire est *unifasciculée*.

Le parcours des faisceaux dans le pétiole se montre construit suivant deux types :

Le premier, qui semble représenté par la seule espèce *C. revoluta*, est caractérisé par l'*absence, sauf à la base du pétiole, de toute commissure ou division des faisceaux pétiolaires;* ceux-ci sont formés en haut par la réunion d'un *nombre très variable de traces foliolaires successives*; *à mesure de leur formation, ces faisceaux s'ajoutent à chacune des extrémités de l'arc pétiolaire.*

Le second type, choisi dans l'espèce *C. circinalis*, consiste en l'établissement, aux deux extrémités de l'arc, *d'un faisceau marginal qui reçoit successivement toutes les traces foliolaires du même côté;* mais ce faisceau se partage, à des niveaux divers, *en deux branches dont la marginale continue le rôle récepteur tandis que la sous-marginale reste désormais indépendante dans sa course descendante.*

Toutefois, l'examen des pointements trachéens, fait indépendamment de celui des faisceaux, prouve que ces derniers sont souvent composés et que *le parcours des* faisceaux élémentaires *du C. circinalis est en réalité identique à celui du C. revoluta.*

Dans les deux types, il se produit dans la base du pétiole, et au point de fusion de deux faisceaux, des cordons qui s'isolent en dehors de l'arc pétiolaire et *prennent une forme concentrique ou quelquefois très arquée*. Il semble que ce soit là l'origine des faisceaux corticaux que Mettenius attribue avec doute à des traces de bourgeons axillaires.

La règle de KRAUS, suivant laquelle chaque faisceau de l'arc pétiolaire fournirait toujours trois branches qui sortiraient dans trois pinnules successives, n'est pas absolue.

Il en est de même pour l'opinion de VETTERS consistant à établir que le nombre des folioles alimentées par chaque faisceau pétiolaire, s'accroît d'une façon continue de la base vers la pointe.

Il est de régle, dans le genre *Cycas*, que deux faisceaux qui se rapprochent l'un de l'autre pour s'unir, tournent légèrement sur leur axe de manière à mettre d'abord *leurs seules régions ligneuses en contact;* les régions libériennes ne fusionnent qu'à la suite d'un mouvement inverse qui ramène le faisceau total à son orientation normale. Nous verrons d'ailleurs qu'il en est également ainsi dans tous les autres genres.

L'arc libéro-ligneux pétiolaire, simplement concave antérieurement au sommet de la feuille, *prend rapidement vers le bas, et à la suite d'un plissement longitudino-latéral, la forme classique en* Ω.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — 1er Type : *C. revoluta*, Thunb ;

2e Type : *C. circinalis*, Linn. ; *C. celebica*, Miq. ; *C. neo-caledonica*, Lind. ; *C. Riuminiana*, Regel. ; *C. Rumphii*, Miq. ; *C. siamensis*, Linn.

CHAPITRE II

Genre DIOON, Lindl.

§ 1. — *La foliole*

La foliole des *Dioon* présente un certain nombre de nervures qui courent parallèlement entre elles et aux bords du limbe ; nous verrons que ces nervures, considérées de bas en haut, proviennent toutes d'un cordon unique qui, avant de quitter le rachis, subit rapidement plusieurs bipartitions successives dans la base de la foliole.

Le limbe lui-même ne montre aucune nouvelle division de ces nervures, et, au contraire, près de son sommet, chaque nervure marginale s'unit avec sa voisine plus interne qui, à son tour, en fait autant un peu plus loin. Aussi, il ne subsiste plus finalement qu'un seul faisceau qui s'éteint à la base de la pointe scléreuse terminale.

Cette description, conforme à celle de Kraus (**31**), ne s'accorde pas avec l'opinion de Bornemann (**6**), qui, par un examen purement macroscopique, a été amené à dire que les faisceaux s'évanouissent successivement dans le bord épaissi de la foliole sans prendre contact avec la nervure voisine plus interne.

Une telle terminaison libre de chacun des faisceaux limbaires peut cependant se rencontrer, mais seulement dans les folioles qui appartiennent à de très jeunes plants ou à des germinations. Elle y est du reste en rapport avec ce fait que *l'unique pointe terminale y est remplacée par quatre dents, deux terminales et deux latérales.*

Il est d'autres terminaisons de faisceaux en pointe libre qui doivent davantage attirer notre attention ; elles se trouvent près de la base de la foliole sur son bord latéral externe et sont dirigées vers le bas. (Fig. 14, *fl.*, pl. II.)

Là, en effet, deux ou quelquefois trois faisceaux du limbe se trouvent complètement isolés du reste du système foliolaire. Après s'être fusionnés en un seul, ils se terminent vers le bas en une pointe libre

basipète dont les vaisseaux contournés et étirés dans divers sens indiquent qu'elle s'est produite grâce à une rupture par traction latérale. Cette structure est dûe à un accroissement intercalaire latéral qui correspond à une région d'élargissement maximum des folioles et qui s'est produit avec une certaine intensité au moment où le système vasculaire était déjà constitué en entier.

Cette particularité de structure n'existe pas dans les folioles supérieures. Elle commence à se manifester à un niveau de la feuille qui est variable mais voisin de la 12e paire foliolaire dans les cas examinés. Elle se répète ensuite régulièrement à chaque foliole de droite et de gauche. Toutefois, dans les dernières folioles inférieures elle devient de moins en moins fréquente.

§ 2. — *Rachis*

Type *Dioon edule*, Lindley (Pl. II.)

1°. — *Course des faisceaux.* — La pointe terminale du pétiole, d'une longueur d'environ un centimètre, renferme quatre petits faisceaux *a*, *b*, *c* et *d* (Fig. 13, pl. II) disposés en section transversale suivant les sommets d'un trapèze dont la grande base est antérieure ou interne.

Le faisceau *b* contracte en *e* avec son voisin *c*, au-dessous de la troisième paire foliolaire, une union de courte durée qui n'intéresse pas les pointements trachéens de chacun d'eux (Fig. 13 *bis*); il continue ensuite une course qui reste indépendante dans toute la longueur du pétiole.

Le faisceau *c* reçoit une première branche *s* qui le rejoint au niveau de la 4e paire foliolaire, puis une seconde *s'* au niveau de la 7e paire. C'est seulement après avoir été ainsi renforcé qu'il constitue un faisceau indépendant.

A les considérer de plus près, c'est-à-dire *dans leurs pointements trachéens*, les cordons *s*, *s'* et *s''* (fig. 13 et 13 *bis)* ne sont pas, en fait, dûs à des divisions successives du faisceau marginal *d* ; ils représentent, au contraire, des cordons qui, formés par la réunion d'un certain nombre de traces foliolaires, subissent un accolement momentané avec le cordon externe rentrant de la foliole inférieure suivante, puis s'en séparent pour s'unir plus bas au faisceau plus interne de l'arc pétio-

laire ; c'est ainsi que *s* réunit d'abord les traces des folioles 1^d et 2^d, s'accole ensuite en *m* avec la trace rentrante 3^d, puis rejoint le faisceau *c* dans l'entre-nœud foliolaire suivant ; de même, *s'* réunit les traces des folioles 3^d et 4^d, s'accole momentanément avec la trace de 5^d et rejoint aussi le faisceau *c* au niveau de la foliole 7^d.

De l'autre côté du pétiole, la même remarque s'applique aux divisions s_1 et s_1' situées au niveau des folioles 3^g et 6^g, à cette différence près que la branche interne ainsi produite reste indépendante dans la suite du parcours.

En somme, la comparaison de la figure 13 *bis* avec les figures 3 et 4 d'abord et avec les figures 8 et 11 ensuite, montre qu'il n'y a pas lieu de distinguer d'une façon absolue, d'une part, le parcours des faisceaux pétiolaires du *D. edule* de celui du *C. circinalis*, et d'autre part, celui des pointements trachéens, chez le même *Dioon*, du genre *Cycas* en général.

Dans une région plus inférieure du pétiole (fig. 14), on retrouve les mêmes faits relatifs à la constitution des faisceaux pétiolaires successifs. On y observe aussi, mais plus rarement, des cordons tels que *s'''* analogues à ceux dont je viens de parler.

Dans la base du pétiole, de nombreuses réunions s'opèrent entre différents faisceaux voisins de l'arc et le nombre de ces derniers se réduit de plus en plus de la même façon que chez les *Cycas*.

Les traces foliolaires rentrantes sont *unifasciculées* et si, dans le parcours de la figure 13, certaines d'entre elles, comme 3^g, 6^g et 8^d, semblent se résoudre à deux faisceaux qui s'unissent *séparément* au faisceau marginal de l'arc pétiolaire, cela résulte simplement d'un retard dans l'union de leurs faisceaux, et on voit, par la figure 13 *bis*, que la *fusion en un seul des pointements trachéens de ces deux faisceaux* rend ces traces également unifasciculées.

En somme, le tracé des pointements trachéens (fig. 13 *bis*) se montre plus simple que celui des faisceaux pris dans le sens large du mot et il se rapporte au type qui a été relevé chez les *Cycas* en général ; il s'y trouve cependant cette particularité beaucoup plus fréquente que certains pointements marginaux formés par la fusion d'un nombre variable de traces foliolaires ne restent pas définitivement indépendants dans l'arc pétiolaire, et s'unissent au pointement voisin précédemment constitué de la même façon (fig. 13^{bis}, *s*, *s'*).

Le Dr Nestler (53) a représenté la région d'insertion foliolaire sur le rachis et ses deux figures montrent que le système vasculaire de la foliole se réduit à deux cordons qui se réunissent soit *séparément*, soit après s'être fusionnés, au cordon le plus voisin du rachis.

J'ai, moi aussi, relevé ces deux cas tout en constatant qu'ils sont d'une fréquence très inégale; mais j'ai montré que grâce à la *considération des pointements* trachéens, ils se confondent en un seul.

La figure de Vetters (79), antérieure aux observations précédentes et basée uniquement sur l'examen macroscopique, n'a aucun rapport avec la structure anatomique interne. Jamais, en effet, les faisceaux nervulaires de la foliole ne rejoignent individuellement le faisceau marginal du pétiole.

2°. — *Arc pétiolaire.* — Tout en relevant la structure particulière de certains faisceaux pétiolaires du *D. edule*, je vais montrer ici, une fois pour toutes, la façon dont se disposent successivement dans le pétiole les faisceaux rentrants.

Au sommet du rachis, les faisceaux de la pointe pétiolaire sont rangés sur un demi-cercle.

Les premières rentrées foliolaires ne changent pas la forme de cette courbe et les faisceaux qui la composent, tout en s'unissant deux à deux par leurs régions ligneuses, continuent à constituer seuls l'arc externe dans le premier tiers supérieur de la feuille.

Mais bientôt, les faisceaux rentrants, au lieu de se rendre aux extrémités de cet arc, suivent une direction plus intérieure qui correspond à la formation du pli longitudino-latéral que j'ai indiqué à propos du genre *Cycas*.

C'est suivant cette direction, qui est oblique par rapport au plan médian de l'organe, que se constitue la bande réceptrice dont toutes les parties sont successivement occupées par les faisceaux rentrants.

Considérons l'un de ceux-ci, par exemple le cordon *i* placé à l'extrémité interne de la bande réceptrice droite (fig. 15).

D'abord associé au cordon *k*, il rompt bientôt cette union, tourne d'environ 90° sur lui-même et remonte vers la région postéro-médiane de l'organe en accolant son bois à celui du faisceau opposé *h* (fig. 16); la masse fasciculaire double ainsi formée continuant à s'éloigner vers l'extérieur prend ultérieurement la place de la masse également double mais plus profonde *eg*, tandis que les deux cordons constituants de

cette dernière, s'écartant l'un de l'autre à droite et à gauche après avoir tourné de 90°, se déplacent sur chacun des demi-arcs internes correspondants pour rejoindre respectivement les faisceaux *a* et *f* après que ceux-ci, de leur côté, ont brisé les attaches ligneuses qui les liaient aux faisceaux *b* et *c* (fig. 17).

Les mêmes faits se reproduisent pour tous les faisceaux rentrants ; il est donc inutile que je répète une description qui serait en tous points semblable à la précédente. Du reste, les figures 18 à 24 relèvent toutes les phases du procédé que, grâce à la notation, il sera facile de suivre en même temps sur plusieurs faisceaux.

Ainsi que dans le genre précédent, on retrouve encore chez le *D. edule*, les accolements ligneux entre faisceaux opposés des branches radio-médianes (1). Toutefois, non seulement ces unions spéciales montrent ici une intensité beaucoup plus grande que chez les *Cycas* grâce à la coalescence des branches médianes en une masse unique (fig. 21), mais en outre, les tissus mous eux-mêmes arrivent à y prendre part, de telle sorte que les libers et les cambiums des deux cordons accouplés face à face peuvent se réunir ensemble, soit sur l'un des flancs seulement (fig. 18 à 21, *j, k)*, soit même sur les deux, après que ces deux cordons se sont séparés de la masse radiale commune (fig. 22, *j, k)*.

Contrairement à ce qui se passe dans le genre *Cycas*, des accolements ligneux se produisent aussi entre les faisceaux consécutifs de l'arc externe (fig. 15), et, en particulier dans le premier tiers supérieur de la feuille, chaque fois qu'un faisceau arrive aux extrémités de cet arc (fig 17, *ae* et *gf)*.

Dans la base du pétiole, le mériphyte se montre identique à celui du *C. revoluta*, et les connexions ligneuses ne se montrent plus qu'entre faisceaux opposés des branches radiales.

3e. — *Canaux gommifères*. — Le réseau secréteur du rachis s'établit de la même façon que chez le *C. circinalis* ; de même aussi, il est constitué petit à petit par les rentrées successives de l'unique canal qui, au niveau des insertions foliolaires, réunit les trois ou quatre canaux dont sont accompagnés les faisceaux rentrants.

(1) Dans le parcours de la figure 14, ainsi que dans tous les suivants, j'ai représenté l'union des portions ligneuses de deux faisceaux voisins par un treillis oblique losangique ; il en est ainsi entre *a* et *b*, entre *c* et *f*, entre *e* et *g* un peu plus bas, puis entre *h* et *i*, etc. (fig. 14).

§ 3. — *Résumé du genre* Dioon

La foliole a une nervation parallèle. Les faisceaux marginaux ne s'y terminent pas en pointe libre sur les bords ; ils s'unissent au contraire successivement, non loin du sommet, à leur voisin plus interne de façon à finir, au sommet même, sur un faisceau unique médian.

A la base de la foliole, les faisceaux nervulaires se réunissent de même au moment de rentrer dans le rachis et forment une trace foliolaire d'abord bifasciculée puis finalement *unifasciculée*. Dans les folioles moyennes et inférieures de la feuille, les deux ou trois faisceaux rentrants du bord inférieur de la foliole ne prennent point part à cette réunion ; *ils se terminent brusquement dans le parenchyme sur une pointe dont les éléments vasculaires semblent disloqués.*

Le parcours des faisceaux pétiolaires rappelle celui du *Cycas circinalis*. Chaque faisceau marginal de l'arc est constitué par la réunion d'un nombre toujours restreint de traces foliolaires. Si on le considère indépendamment des pointements trachéens, on le voit détacher successivement, en dedans et à des niveaux divers, une ou deux branches qui, ou bien rejoignent plus bas le faisceau voisin plus interne (sub-marginal), ou bien restent isolées et constituent des faisceaux indépendants.

Le tracé des pointements trachéens considérés indépendamment des faisceaux est identique à celui des Cycas. Il montre que les branchements successifs du faisceau marginal ne sont qu'apparents et qu'en réalité le pointement unique qui résulte de l'union d'un nombre variable de pointements descendus des traces foliolaires, reste généralement indépendant. La fusion de ce pointement avec le voisin plus interne est peu fréquente ; elle ne s'observe guère qu'au sommet de la feuille.

L'arc pétiolaire est semblable à celui des *Cycas*. Dans certains cas, les faisceaux opposés des branches radiales se montrent coalescents, non seulement par leurs régions ligneuses centripètes, *mais aussi par leur régions libériennes et leurs zônes cambiales ;* ils constituent ainsi des massifs plus ou moins complexes ou simplement allongés transversalement avec liber fortement enveloppant.

Des coalescences analogues existent également, surtout au sommet du pétiole, entre des faisceaux voisins de l'arc externe.

Le réseau sécréteur ressemble à celui des *Cycas*.

CHAPITRE III

Genre CERATOZAMIA, Brong

§ 1. — *La foliole*

La foliole des *Ceratozamia* est longuement lancéolée et à bords simples (fig. 25, pl. II) ; sa nervation est sub-parallèle, La première dichotomie de l'unique faisceau pétiolaire destiné à la foliole s'opère dans le rachis même et au moment de pénétrer dans le limbe ; d'autres dichotomies se produisent ensuite dans le pédoncule rétréci pour se multiplier rapidement dès le commencement de l'élargissement du limbe ; ces dichotomies de faisceaux se continuant encore dans le premier tiers, il y a, dans cette première partie, une divergence continuelle des faisceaux nervulaires et régulièrement progressive jusqu'au moment où la foliole atteint sa largeur maximum ; c'est cet état que je traduis en disant que la nervation est sub-parallèle. A l'extrémité de la foliole, ces faisceaux se comportent comme chez le *D. edule ;* néanmoins, leurs fusions successives contre chacun des bords ne s'y produisent pas précipitamment et exclusivement dans le voisinage de la pointe ; elles commencent à une très grande distance au-dessous de celles-ci. Ce mode différent est en rapport avec la diminution lente et progressive de la largeur de l'organe.

On retrouve chez le *C. mexicana* une particularité déjà signalée chez le *D. edule* : deux ou trois faisceaux nervulaires qui courent parallèlement au bord externe de la foliole se réunissent vers le bas, dans sa région rétrécie, en un faisceau unique qui se termine rapidement en pointe libre. Dans certains cas (fig. 26, 1^d, 3^d et 4^d, pl. II), et seulement à la base des folioles terminales, cette particularité n'est représentée que par un court tronçon aveugle qui se détache du cordon rentrant normalement formé par la réunion des nervures et qui se dirige vers le bas. Ce dernier fait semble bien indiquer que la particularité en question est dûe, ainsi que je l'ai déjà dit, à un accroissement inter-

calaire latéral ; mais dans le cas présent, l'accroissement intercalaire étant assez restreint et localisé n'a pas amené une séparation aussi complète que d'habitude, contrairement à ce qui se produit chez le *D. edule*. Ces terminaisons spéciales, qui se rencontrent dès les folioles supérieures, se continuent assez régulièrement jusque dans les folioles inférieures.

Les folioles des jeunes plants de semis ne sont ni simples ni lancéolées comme celles des adultes. Elles présentent deux ou trois pointes terminales dont les bords, ramassés sur eux-mêmes, sont concaves dans le même sens (fig. 25).

§ 2. — *Rachis*

Type *Ceratoziama mexicana*, Brong. (Pl. 2 et 3)

1°. — *Course des faisceaux.* — Il suffit de relever le parcours des faisceaux dans quelques paires de folioles de la région terminale du pétiole pour donner les différents cas observés sur une plus grande étendue.

Les traces foliolaires, unifasciculées en apparence, paraissent à première vue se comporter de trois façons différentes (fig. 26, pl. II) :

a). — La trace foliolaire s'unit immédiatement (1^d, 3^d, 4^d et 4^g), ou tardivement (1^g) avec le faisceau marginal de l'arc pétiolaire.

Dans ce cas, ces réunions sont suivies plus ou moins rapidement d'une division dont la signification sera examinée plus loin.

b). — La trace foliolaire, après un parcours vertical descendant plus ou moins long dans le rachis, se divise en deux branches (2^d et 2^g) dont l'interne entre en relation avec le faisceau marginal voisin de l'arc pétiolaire, tandis que l'externe reste indépendante (2^g) ou s'unit avec la trace rentrante suivante (2^d).

c). — La trace foliolaire constitue un faisceau d'abord indépendant dans le rachis (3^g) mais qui prend contact ensuite avec la trace rentrante immédiatement inférieure.

Les petites anastomoses *o* et *o'*, situées au niveau d'insertion des folioles 2^d et 3^g, correspondent à de simples lobations qui n'intéressent qu'une petite partie de la portion ligneuse du faisceau pétiolaire préexistant détachée par accroissement intercalaire.

Le tracé des pointements trachéens modifie d'une façon notable le parcours précédent. Il le montre établi sur des agglomérations fasciculaires souvent complexes mais qui n'ont pu être considérées comme simples qu'en se basant sur des apparences. Il permet, par suite, une interprétation différente des faits.

Tout d'abord (fig. 26 *bis*) on remarque que certaines des traces foliolaires sont en réalité *plurifasciculées* (2^g et 2^d) ; celles qui sont unifasciculées ne le deviennent le plus souvent qu'à un niveau plus ou moins inférieur dans l'entre-nœud foliolaire suivant, et grâce à une fusion tardive des pointements trachéens.

En outre, les unions de faisceaux observées à des niveaux divers de la fig. 26, c'est-à-dire en *a*, *b*, *g*, par exemple, ne sont qu'apparentes ; elles sont suivies, à un niveau parfois très inférieur, de divisions qui rendent leur individualité aux faisceaux composants dont les pointements trachéens n'ont jamais été fusionnés. Ce sont d'ailleurs des faits que laisse entrevoir un examen même superficiel de la fig. 26.

Les divisions *c* et *d* sont dûes aux mêmes causes. Il en est de même de celles observées en *p* et *q* qui sont dûes à la séparation tardive, au-dessous de la 4e paire foliolaire, des traces respectives de 1^g et de 1^d momentanément accolées à une portion des traces plurifasciculées 2^g et 2^d.

Les fusions véritables se produisant entre des faisceaux quelconques de l'arc sont peu nombreuses ; elles ne se rencontrent que beaucoup plus bas dans le pétiole.

Bref, il n'existe pas, en fait, de divisions de faisceaux de haut en bas, mais il se produit, au contraire, quelques réunions qui sont surtout fréquentes au voisinage des rentrées foliolaires. En d'autres termes, et en considérant les faits de bas en haut, il y a simplement des *dichotomies successives* qui sont localisées dans les bords de l'arc pétiolaire.

C'est déjà à une conclusion analogue que j'ai été amené par l'étude du parcours des faisceaux chez le *Dion edule*, le *Cycas circinalis* et le *Cycas revoluta*.

Le parcours des faisceaux pétiolaires du *C. mexicana* ressemble assez dans son allure générale à celui décrit par le Dr A. Nestler chez le *C. brevifrons*, Miq. Il s'en écarte cependant en ce que, dans cette dernière espèce, les faisceaux rentrants des folioles s'unissent immé-

diatement au faisceau latéral preexistant dans le pétiole. J'ai, en effet, montré que chez le *C. mexicana*, même en se bornant aux apparences fasciculaires, c'est plutôt l'exception.

Or, si l'on ajoute que cette différence entre deux espèces d'un même genre se présente parfois aussi, quoique à moindre degré, entre deux feuilles d'une même espèce, on pourrait se trouver amené à cette conclusion que la comparaison des mériphytes ne peut être d'aucune utilité.

Il en est tout autrement si, à l'étude du parcours des faisceaux compris suivant la notation habituelle, on substitue celle du parcours des pointements trachéens réunis ou non dans un même faisceau. Alors les différences disparaissent entre les espèces du genre *Ceratozamia* de la même façon que je l'ai montré dans le genre *Cycas*.

Dans ces conditions, non-seulement plusieurs pétioles du *C. mexicana* m'ont présenté des parcours analogues entre eux, mais encore j'ai pu constater que les autres espèces, y compris le *C. brevifrons*, sont du type représenté par la fig. 26 *bis*.

2° — *Arc pétiolaire*. — La formation et l'aspect de l'arc pétiolaire du *C. mexicana* ne diffèrent pas sensiblement de ceux du *Dioon edule*.

Néanmoins, certaines particularités de structure que présente l'unique faisceau foliolaire rentrant méritent une attention particulière. Elles consistent non-seulement dans le nombre des pointements trachéens qui restent longtemps distincts après la rentrée de ce faisceau dans le rachis, mais encore dans la forme spéciale qu'y prend l'agglomération de ces pointements.

La complication maximum de cette agglomération s'observe au point où la trace foliaire commence à prendre une course verticale vers le bas. Alors en effet, le bois centripète, par suite de son importance ou de son incomplète fusion, est obligé de s'étaler en une large bande plus ou moins compacte dont les bords extrêmes se relèvent jusqu'en dehors des parties latérales de la masse libérienne (fig. 27, pl. III); celle-ci, plus compacte, est incurvée en sens inverse de telle sorte que les bords de la lame primaire écrasée soient ramenés profondément en avant et pénètrent même vers l'intérieur du faisceau.

De même que chez le *Dioon edule* et les *Cycas*, il se produit fréquemment, sur l'arc pétiolaire, des unions entre les portions ligneuses de faisceaux voisins; elles prennent même de bonne heure, chez le *C. mexicana*, une importance beaucoup plus grande.

En effet, non seulement ces coalescences se rencontrent entre faisceaux opposés des branches radiales droite et gauche (fig. 28 à 31, *a*, pl. III), mais elles s'étendent aussi, soit entre ceux-ci et certains faisceaux des demi-arcs internes (fig. 28, *b*), soit entre ces derniers et des faisceaux de l'arc externe (fig. 29 et 30, *c*), soit enfin entre faisceaux représentatifs de chacun des demi-arcs internes (fig. 31, *d*).

A mesure que l'on descend dans le rachis, ces coalescences deviennent moins nombreuses en même temps que l'arc s'élargit; puis elles ne subsistent plus qu'entre les faisceanx des branches radiales (fig. 31, *a*); enfin, elles disparaissent totalement (fig. 32).

Une section transversale prise au-dessus de la région basilaire très renflée du pétiole présente quelques différences avec celles du même niveau chez le *Dioon edule* et les *Cycas*. Le nombre des faisceaux beaucoup plus grand sur l'arc externe se réduit à un seul sur chacun des demi-arcs internes (fig. 32). De plus, les branches radiales prennent une direction oblique l'une par rapport à l'autre *avec divergence vers l'extérieur* et de chaque côté du plan médian. C'est pour cette raison que les coalescences ligneuses des faisceaux opposés de ces branches cessent d'exister à une assez grande distance de la base du pétiole (fig. 32, *bm*). Une telle obliquité n'existait pas chez les *Cycas* et chez le *Dioon edule ;* on y observait bien, il est vrai, un fait analogue dans la région d'insertion sur la tige, mais la divergence s'y faisait en sens inverse, c'est-à-dire *vers la face interne ou supérieure de l'organe*. Les bandes réceptrices, chez le *C. mexicana*, sont assez réduites ; elles ne comprennent le plus souvent que trois ou quatre faisceaux.

Chez le *C. Katzeriana*, Regel, et le *C. robusta*, Miq., les branches radiales n'existent pas ; elles sont confondues avec les bandes réceptrices *br* qui forment à partir de la région de rebroussement des demi-arcs internes, deux lignes obliques se dirigeant vers les bords antéro-latéraux du pétiole (fig. 33 *br*).

La base du pétiole du *C. mexicana* se renfle considérablement et rapidement au moment de son insertion sur la tige. De chaque côté de la gibbosité ainsi constituée, et insérée sur elle, se trouve *une petite expansion lamelleuse très réduite* dans laquelle on relève la présence d'un faisceau unique (fig. 32 *bis*, *fst*, pl. V) ; ce dernier vient se ranger à quelque distance des bandes réceptrices du mériphyte définitivement établi et dans son prolongement.

C'est à la base de toutes les jeunes feuilles que ces expansions latérales se voient dans leur phase de développement normal et maximum; elles y atteignent près de deux centimètres de largeur dans leur partie moyenne. Elles manquent dans tous les autres genres de Cycadacées.

Ce sont, en réalité, des stipules qui, au cours du développement de la feuille et par suite d'une croissance intercalaire commune, contractent avec le pétiole une coalescence de plus en plus intime et telle que les organes adultes n'en laissent plus reconnaître que des traces à peine visibles.

Des coupes pratiquées dans les jeunes feuilles en question, presque au niveau de leur insertion sur la tige, m'ont encore montré une structure particulière de leur mériphyte que ne peut laisser soupçonner l'étude d'une section faite au-dessus du renflement basilaire des feuilles adultes.

Au point d'union des bandes réceptrices et des branches radio-médianes de l'arc pétiolaire, c'est-à-dire de chaque côté du plan médian et au niveau du pli direct antérieur, un ou deux faisceaux, quittant la bande réceptrice, se rapprochent tout à coup en descendant, de la portion antérieure de l'organe et y subissent une première et quelquefois une deuxième division en tournant de 180° autour de leur axe. Ils sont bientôt suivis dans leur mouvement par d'autres faisceaux provenant de régions plus marginales des bandes réceptrices et il se constitue de la sorte un *système fasciculaire antérieur inversement orienté* (fig. 32 *bis*, *fa*, pl. V).

C'est là une structure qu'il sera intéressant de rappeler dans l'étude de l'écaille ovulifère de la même espèce, et de comparer avec un système analogue que nous rencontrerons dans les feuilles ordinaires de certains autres genres.

3°. — *Canaux gommifères.* — Dans la base d'insertion de la foliole, la substance gommeuse est conduite par quelques canaux qui sont placés en dehors des faisceaux rentrants. Dans le rachis, ces canaux se réduisent à un seul qui, après avoir envoyé une ramification vers la région antérieure de l'organe, se déplace, en suivant les branches radiales, vers les demi-arcs internes.

C'est ainsi qu'au début il s'établit dans le rachis un réseau sécréteur comprenant un canal antérieur et deux ou trois canaux latéraux corticaux situés dans la région correspondant au pli longitudino-

latéral. Ultérieurement, par suite des apports successifs de chaque foliole, ces canaux latéraux se ramifient plusieurs fois en descendant et, tandis que certaines de ces ramifications rejoignent le canal antérieur, les autres arrivent à s'insinuer en dedans de l'arc externe en passant à travers les demi-arcs internes.

Cet état persiste dans la presque totalité du pétiole, et il n'y a aucun canal dans la région postérieure de l'arc externe ; mais tout à fait à sa base, les canaux établis comme il vient d'être dit, subissent des ramifications assez abondantes qui se dispersent dans toutes les régions du pétiole.

§ 3. — *Résumé du genre* Ceratozamia.

La foliole des *Ceratozamia* a une nervation sub-parallèle. De sa base vers son sommet, on y observe des dichotomies de faisceaux jusque vers le milieu de la région limbaire. Au-delà, la réduction du nombre des faisceaux nervulaires, vers la pointe de la foliole, se fait de la même façon que chez le *Dioon edule*, mais avec une précipitation moindre, particularité qui répond à la forme plus allongée de la pointe terminale. De même encore que chez le *D. edule*, deux ou trois faisceaux nervulaires du bord externe de la foliole *se terminent, vers le bas, dans le pédoncule foliolaire, dans une pointe libre commune.*

Les traces foliolaires ont le plus souvent l'apparence unifasciculée ; cependant, *si l'on tient compte des pointements trachéens, on peut dire qu'elles sont parfois plurifasciculées.*

La considération de ces pointements permet une explication simple de certaines divisions et unions de faisceaux pétiolaires, en même temps *qu'elle dégage une forme générique simple dans l'allure du mériphyte.*

Les unions fasciculaires réelles, c'est-à-dire les fusions, sont localisées surtout dans le voisinage de la région d'insertion des folioles, Ailleurs, les unions fasciculaires ne sont qu'apparentes, c'est-à-dire *ne représentent que des accolements.* Les divisions réelles sont très peu fréquentes et elles se montrent surtout dans la partie inférieure du pétiole ; aussi, peut-on dire que, *en considérant le pétiole de bas en haut, on n'y observe guère que des dichotomies*

En somme, si le parcours des faisceaux considérés dans le sens ordinaire du mot et de haut en bas, montre *des divisions assez*

nombreuses et des réunions peu fréquentes, celui des pointements trachéens indique, au contraire qu'il y a *quelques fusions réelles mais peu ou pas de divisions*.

L'arc pétiolaire a la forme typique que présente tout le groupe des Cycadacées. Il est très fréquent d'y observer *l'accolement des portions ligneuses centripètes entre les faisceaux opposés des deux branches radiales;* cet accolement est en outre bien développé entre d'autres faisceaux plus ou moins rapprochés les uns des autres et *situés dans des régions de l'arc autres que les branches radiales*.

La base d'insertion sur la tige peut montrer, en outre du système fasciculaire postérieur normal, *un certain nombre de faisceaux antérieurs inversement orientés et formés aux dépens des bandes réceptrices*.

Deux stipules, à peine visibles sur la feuille adulte mais bien caractérisées de chaque côté des très jeunes feuilles, possèdent chacune un faisceau qui, à la rentrée dans le pétiole, vient se placer dans le prolongement marginal des bandes réceptrices du mériphyte.

Au niveau d'insertion des folioles, les canaux gommifères sont situés en dehors des faisceaux rentrants. Dans le pétiole, ils forment un réseau secréteur cortical qui se localise en dehors et contre les branches radiales de l'arc pétiolaire, c'est-à-dire dans les plis longitudino-latéraux. Ce réseau envoie d'abord rapidement des ramifications dans la région antérieure du pétiole, puis ensuite, plus bas, d'autres ramifications qui pénètrent en dedans de l'arc externe. Il n'y a de canaux en dehors de l'arc externe que vers la base d'insertion du rachis de la tige.

Espèces étudiées. — *C. mexicana*, Brong.; *C. purpurea*, (?); *C. robusta*, Miq.; *C. brevifrons*, Miq.; *C. Katzeriana*, Regel.; *C. Kuesteriana*, Regel.; *C. Juscata*, (?).

CHAPITRE IV

Genre MACROZAMIA, Miq.

§ 1. — *La foliole*

La nervation de la foliole des *Macrozamia* ayant été étudiée d'une façon très complète par le Dr Nestler (53), je me dispenserai d'en donner une nouvelle description. Néanmoins, je crois devoir faire remarquer que la présence dans cet organe de plusieurs pointes terminales et latérales, ainsi que la terminaison distincte, dans la base de chacune d'elles, de faisceaux nervulaires, n'existe d'une façon normale que sur les jeunes plantes.

J'ai des germinations de *Macrozamia* sur lesquelles cet état des limbes foliolaires est nettement caractérisé, tandis que toutes les folioles recueillies sur des plantes adultes d'un âge déjà avancé sont longuement et simplement lancéolées. La terminaison mousse de ces dernières montre une convergence en un seul de tous les faisceaux qui courent parallèlement dans le limbe. C'est seulement par exception que j'ai constaté soit une convergence partielle de faisceaux en un point qui représentait vraisemblablement un vestige de dent latérale, soit la terminaison libre d'un faisceau marginal.

Cette existence de folioles dentées, qui semble générale dans les germinations du genre *Macrozamia*, peut donc être exactement comparée aux faits analogues déjà signalés dans les genres *Dioon* et *Ceratozamia;* elle marque un contraste frappant avec l'absence de dents sur les folioles de la plante adulte.

§ 2. — *Rachis*

Type *Macrozamia Peroffskyana*, Miq. (Pl. III)

1°. — *Course des faisceaux.* — Le faisceau produit par l'union des deux traces de la première paire de folioles se divise presqu'immédia-

tement en deux branches qui se réunissent de nouveau en un seul tronc avant de recevoir les traces de la seconde paire (fig. 34, pl. III).

A chacun des niveaux d'insertion des paires de folioles suivantes, de nouvelles divisions s'opèrent soit au-dessus (3^g et 4^d), soit au-dessous (2^d, 5^d et 5^g) des points de réunion des faisceaux rentrants avec le faisceau préexistant du rachis.

Mais ici, comme dans les genres précédents, le tracé des pointements trachéens (fig. 34 *bis*) montre que toutes ces divisions ne correspondent en somme qu'à des séparations de faisceaux simplement accolés et qu'elles sont en relation avec la rentrée des traces foliolaires supérieures.

La plupart des traces foliolaires, comprises dans le parcours de la figure 34, *se réduisent à un seul faisceau* qui, suivant les cas, s'accole plus ou moins tardivement au faisceau marginal pétiolaire préexistant (2^d et 3^d par exemple)*; certaines d'entre elles (2^g, 4^g et 6^d par exemple), semblent cependant être *bifasciculées*.

Or, la course des pointements trachéens de ces faisceaux rentrants montre que dans tous les cas *les traces sont unifasciculées* et que, pour les former, la fusion des pointements en un seul est relativement rapide (fig. 34 *bis*).

En outre ici, de même que dans les genres précédents, on observe encore qu'il intervient un nombre variable de folioles superposées pour constituer chacun des pointements trachéens indépendants du pétiole.

La fusion de ces pointements trachéens foliolaires avec ceux déjà constitués dans le rachis est de position très variable ; elle est quelfois très tardive, mais elle peut aussi avoir lieu très rapidement (fig. 34 *bis*, *a* et *b*).

Observé dans une région plus inférieure du pétiole (fig. 35), le parcours des faisceaux ne montre pas de caractères différents du précédent ; les divisions ou réunions, qu'elles soient apparentes ou réelles, s'y localisent de plus en plus sur les marges de l'arc au voisinage des insertions foliolaires.

2°. — *Arc pétiolaire*. — L'établissement de l'arc pétiolaire et sa forme finale ne diffèrent de ceux des genres précédents que par des points de détail ; l'insertion des folioles se faisant sur la face antérieure du pétiole et de chaque côté du plan médian (fig. 36), il en résulte que les bandes réceptrices *br* de l'arc décrivent un demi-cercle qui les ramène

vers cette région médiane ; d'autre part, la courbe formée par les bords de l'arc externe et par les deux demi-arcs internes étant plus accentuée, le pli direct postérieur est ramené presque contre le bord supérieur du rachis. Enfin, sur ces arcs, les faisceaux sont plus nombreux.

3°. — *Canaux gommifères.* — Le réseau sécréteur s'établit comme chez le *Dioon edule* ; néanmoins, il se forme, suivant le mode lysigène, en dehors de l'arc externe et à des niveaux divers, de nouveaux canaux indépendants des ramifications qui, provenant des canaux rentrants des folioles, se dispersent dans les autres régions du pétiole.

Type *Macrozamia spiralis*, Miq. (Pl. III et IV)

1°. — *Course des faisceaux.* — Le mériphyte du *M. spiralis* présente deux parties formées simultanément : la première comprend un arc presqu'identique à celui du pétiole du *M. Peroffskyana,* et la seule comparaison de la fig. 34 avec la portion plus ombrée de la fig. 37 rend toute description nouvelle superflue ; la seconde partie consiste en un système de faisceaux orientés inversement et disposés dans la région antérieure du pétiole suivant deux lignes à peu près parallèles aux bandes réceptrices normales (fig. 43, pl. IV).

La formation de ce dernier système est dûe à un procédé spécial non rencontré jusqu'ici et qui se répète à chaque rentrée foliolaire à partir de la 3^{e} paire.

Examinons quelques-unes de ces rentrées :

Les faisceaux nervulaires de la foliole 3^{d} (fig. 37, pl. III), se réduisent à trois cordons qui pénètrent obliquement dans le rachis ; deux d'entre eux, *a* et *b*, forment plus bas un cordon unique qui se comporte exactement de la même façon que chez le *M. Peroffskyana ;* le troisième, *c*, qui se présente le premier en rentrant dans le rachis (1), prend un contact momentané avec *a*, puis, au lieu de se rendre comme *a* et *b* vers l'extrémité de l'arc pétiolaire déjà établi, *il se dirige vers la région antéro-médiane du pétiole en tournant sur lui-même de manière à prendre une orientation inverse* (fig. 38, *c*, pl. III) ; pendant ce temps, *a* et *b* rejoignent normalement l'arc normal.

Au niveau d'insertion de la 4^{e} paire, ce cordon inverse *c* reçoit de

(1) C'est-à-dire le plus rapproché du plan de symétrie pétiolaire.

chaque côté et presque simultanément deux faisceaux *d* et *e* dont l'origine et le mode de rentrée sont les mêmes que pour le faisceau *c*. Les mêmes faits se répétant avec la 5e paire de folioles, il y a constitution d'un gros faisceau *m* situé antérieurement dans le plan médian de l'organe et avec une orientation toujours inverse (fig. 39 et 40).

Au niveau de l'insertion de la 6e paire foliolaire, la division du cordon *m* donne deux faisceaux *m'* et *m''* (fig. 41) dont chacun des pointements trachéens sont exclusivement fournis par la fusion de ceux des faisceaux foliolaires rentrés d'un même côté ; *m'* et *m''* se placent de chaque côté du plan de symétrie en orientation inverse non plus par rapport à l'organe entier, mais *par rapport aux bandes réceptrices normales* ; ils reçoivent ensuite de la même façon que précédemment chacun des premiers faisceaux rentrants des folioles suivantes. C'est là le début des *bandes antérieures inverses* que j'ai annoncées plus haut.

La division des faisceaux *m'* et *m''* et l'adjonction de nouveaux faisceaux provenant des folioles inférieures successives augmentent peu à peu le nombre des faisceaux antérieurs (fig. 37, *p* et *q*) ; ce nombre est encore grossi à certains niveaux par l'intercalation de quelques rares faisceaux qui proviennent de points quelconques des bandes réceptrices normales (fig. 42 et 43, *r*, pl. IV).

Si, comme dans les espèces précédentes, les bandes réceptrices normales contribuent exclusivement pendant quelque temps à la formation de l'arc normal en amenant leurs faisceaux successivement en *bg*, *b'g* et *ig* ou en *bd* et *id* (fig. 42), il n'en est pas de même dans la suite. En effet, les faisceaux les plus intérieurs de chacune des bandes antérieures inverses ne conservent pas indéfiniment cette position à leur tête ; à partir d'un certain moment, chacun d'eux, pivotant de nouveau autour de son axe, quitte cette tête de file, revient vers son symétrique qui en fait autant de son côté, de façon à ramener leurs portions ligneuses centripètes face à face et à les unir dans le plan médian de l'organe. C'est ainsi que se sont constituées l'une après l'autre les deux masses bifasciculées *m* et *m'* placées dans le prolongement des branches radiales normales et qu'au-dessus d'elles il s'en constituera une troisième aux dépens des faisceaux *f* et *f'* ; celle-ci comblera ainsi un vide qui laissait soupçonner l'origine différente des parties inférieure et supérieure des branches radiales totales (fig. 42).

C'est ce dernier état qui est représenté dans la fig. 43 ; il a été relevé sur une section transversale du pétiole prise un peu au-dessus de la base d'insertion sur la tige.

A partir du niveau où il se produit un tel système de faisceaux antérieurs dans le pétiole de *M. spiralis,* les traces foliolaires rentrantes deviennent bifasciculées. Et, en outre, un peu plus bas, à partir de la 7e paire (fig. 37, pl. III), les faisceaux foliolaires destinés à l'arc normal ne se réunissent même plus en un seul cordon comme au sommet ; ils se groupent en deux faisceaux qui rentrent séparément dans l'arc pétiolaire.

Les traces sont donc ici nettement *plurifasciculées.* Nous n'avons encore rencontré un état analogue que dans quelques cas, chez le *Ceratozamia mexicana,* encore n'y était-il indiqué que par le tracé spécial des pointements trachéens.

Le Dr Nestler, en relevant la course des faisceaux de la partie terminale du pétiole du *M. corallipes,* Hook. a paru y remarquer le mode particulier de rentrée de certains faisceaux foliolaires. Mais la brièveté de la portion des feuilles étudiées par cet excellent auteur ne lui a assurément pas permis de reconnaître la position ultérieure que prennent ces faisceaux. S'il en eût été autrement, il eût certainement figuré à côté de sa coupe transversale du *M. Denisonii,* F. Muell., celle autrement complexe du pétiole du *M. corallipes,* Hook.

Il est d'autant plus utile de combler cette lacune que, vraisemblablement, il y a là un état qui, avec plus de régularité, rappelle non seulement les formes si variées des *Encephalartos* et de certains *Zamia,* mais aussi le système antérieur de la base du pétiole chez le *Ceratozamia mexicana.*

Une telle structure est intéressante encore à d'autres titres. Tout d'abord, l'étude des pointements trachéens de la partie en ω simple du mériphyte chez le *M. spiralis,* la seule qui corresponde à l'arc foliaire du *M. Peroffskyana,* montre que son allure est identique à celle de cette dernière espèce. Elle se rapporte donc aussi à l'arc foliaire simple des genres *Dioon, Ceratozamia* et *Cycas.*

En ce qui concerne le système antérieur et la formation des cordons *c* et *m* (fig. 37, pl. III), il est utile d'ajouter que les premiers faisceaux foliolaires rentrants ne s'y fusionnent jamais complètement et que *les pointements trachéens d'un côté du pétiole restent toujours distincts de ceux de l'autre côté.*

De même que pour le *Ceratozamia mexicana*, je compte revenir sur ce système fasciculaire antérieur au moment de l'étude des écailles ovulifères.

2°. — *Arc pétiolaire.* — La description précédente a fait voir que malgré la présence d'une complication nouvelle dans l'arc pétiolaire total, il existait, chez le *M. spiralis, un arc absolument semblable à celui du M. Peroffskyana* et des *Ceratoazamia, Dioon* et *Cycas*. Le mode de formation de cet arc étant identique à celui qui a été décrit pour ces derniers genres, il me semble inutile d'y revenir ici.

J'ajouterai cependant que la forme de cet arc est, chez le *M. spiralis*, plus allongée dans le sens latéral (fig. 43, pl. IV) que chez le *M. Peroffskyana*. Cet allongement spécial correspond à la forme aplatie du pétiole dont les folioles s'insèrent sur les marges.

3°. — *Canaux gommifères.* — Deux ou trois canaux rentrent en même temps que les traces des deux folioles terminales et sont situés en avant des portions ligneuses de leurs faisceaux; ils se rendent immédiatement dans la région antérieure du pétiole. Des faits semblables s'observent également dans les folioles suivantes. Mais ici, avant que les traces des folioles n'aient atteint le faisceau marginal de l'arc déjà établi, le ou les canaux antérieurs émettent à droite et à gauche des ramifications qui vont se placer en arrière des branches radiales. Dans la suite, la position de ces dernières devient telle qu'elles soient situées au fond du pli longitudino-latéral.

Puis, à mesure que l'arc prend sa forme plissée en Ω, les ramifications précédentes émettent à leur tour d'autres branches qui, traversant les demi-arcs internes, gagnent vers l'extérieur la concavité de l'arc externe sans jamais le dépasser.

Il s'établit ainsi un réseau dont les mailles se répartissent dans tout le pétiole, sauf en dehors de l'arc externe (fig. 43, pl. IV).

Il ne semble y avoir aucune relation entre le nombre des canaux gommifères et celui des faisceaux ou des folioles du rachis.

§ 3. — *Résumé du genre* Macrozamia

La foliole des germinations et jeunes plants des *Macrozamia présente deux dents terminales et une ou deux dents latérales*; ces dents manquent sur les folioles des troncs âgés.

Dans le sommet des folioles, il n'existe de terminaison de faisceau en pointe libre que là où se trouvent ces dents. Si ces dernières manquent, les faisceaux nervulaires convergent tous en un seul à l'extrémité de la foliole.

La nervation est parallèle et les dichotomies ne s'y produisent que dans le pédoncule rétréci de la foliole.

Les traces foliolaires sont *unifasciculées* chez les espèces du groupe *M. Peroffskyana;* elles sont au contraire généralement *plurifasciculées* chez celles du groupe *M. spiralis.*

Dans les deux groupes, la forme du pétiole lui-même se montre en rapport avec celle de son arc libéro-ligneux. C'est ainsi que dans le premier groupe l'arc est élargi latéralement, tandis qu'il est au contraire reployé vers la face interne dans le second.

Le parcours des faisceaux présente des réunions et des divisions beaucoup plus nombreuses que dans les types précédents ; néanmoins, *l'observation des pointements trachéens ramène encore le tracé à une forme simple* qui rentre dans le cas général des *Ceratozamia, Dioon,* etc.

Le groupe du *M. spiralis* présente en outre *un système fasciculaire antérieur supplémentaire et à orientation inverse* qui s'établit, en même temps que le système normal, aux dépens du premier faisceau rentrant de chaque foliole. Ce système antérieur n'est d'abord représenté que par *deux bandes antérieures inverses* qui sont parallèles aux bandes réceptrices normales. Mais, vers le niveau des folioles les plus inférieures, ces bandes inverses se replient vers la face antérieure du pétiole et parallèlement au plan médian de façon à prolonger intérieurement les bandes radiales du système postérieur.

Le réseau secréteur du rachis résulte de l'apport de deux ou trois canaux qui accompagnent les faisceaux rentrants des folioles successives. Ces canaux se ramifient vers le bas et leurs ramifications, après avoir suivi la partie postérieure des branches radiales, s'ordonnent à l'intérieur et à l'extérieur des faisceaux de l'arc pétiolaire. Dans le groupe du *M. spiralis,* celles qui pénètrent dans la concavité de l'arc externe ne dépassent pas celui-ci ; elles restent toujours médullaires.

Espèces étudiées. — 1er groupe : *M. Peroffskyana*, Miq. ; *M. eriolepis*, Brong. ; *M. Denisonii*, F. Muell. ; *M. plumosa*, A. Mohr. ; *M. Mackenzii*, Lindl.

2e groupe : *M. spiralis*, Miq. ; *M. Fraseri*, Miq. ; *M. corallipes*, Hook.

CHAPITRE V

Genre ZAMIA, L.

§ 1. — *La Foliole*

La forme des folioles et leur nervation présentent les plus grandes analogies d'une part avec celles du genre *Macrozamia*, d'autre part avec celles du genre *Encephalartos;* en effet si, chez certaines espèces, les faisceaux courent parallèlement entre eux dans le limbe après s'être dichotomisés *seulement dans le pédoncule* rétréci de la foliole (*Z. angustifolia*, Jacq., *Z. tenuis*, Willd., *Z. debilis*, Willd., etc.), chez d'autres (*Z. muricata*, L., *Z. ottonis*, Miq., *Z. Skinneri*, Warsz.), les dichotomies se poursuivent encore jusque *dans la région moyenne* du limbe.

Dans la plupart des cas chacun des faisceaux nervulaires se perd à la base d'une dent plus ou moins large située soit sur les bords, soit dans la région terminale de la foliole. En effet, parmi toutes les Cycadacées que j'ai étudiées, c'est seulement dans les folioles simplement lancéolées des types *Macrozamia*, *Ceratozamia* ou *Dioon*, que j'ai pu observer la réunion, de bas en haut, de tous les faisceaux en un seul.

Relativement au genre *Zamia*, les figures données par Bornemann (6) sont exactes. Prises sur des folioles de formes très différentes comme celle du *Z. Skinneri*, Warz. d'une part, et celle du *Z. ottonis*, Miq., du *Z. integrifolia*, Jacq., ou du *Z. muricata*, Willd., d'autre part, elles indiquent bien les différents aspects du genre. Il ne me paraît pas nécessaire de m'y arrêter davantage.

§ 2. — *Rachis*

Type *Zamia Skinneri*, Warsz. (Pl. IV)

1°. — *Course de faisceaux.* — Le rachis se termine par une pointe d'où descend un faisceau unique *a* (fig, 44 et 44 *bis*, pl. IV) qui prend d'abord une position médiane sur l'arc mériphytaire.

Examinée de haut en bas, la base très rétrécie de la foliole montre des unions successives de faisceaux nervulaires aboutissant à la formation de deux cordons qui, dès leur entrée dans le rachis, et en laissant de côté la connaissance des pointements trachéens, se résolvent à un gros faisceau *f* (fig. 44).

Ce faisceau, qui prend immédiatement une course verticale descendante, se divise rapidement en deux tronçons le plus souvent inégaux, *e* et *i*. Ceux-ci, dans leur parcours ultérieur, se comportent de la façon suivante :

Sous les deux folioles, 1^{d} et 1^{g}, le faisceau *e*, après un simple contact latéral avec les traces rentrantes de la 2^{e} paire, ne se réunit au faisceau *i* qu'à un niveau très inférieur et voisin de l'insertion de la 3^{e} paire foliolaire. D'autre part, le faisceau *i* de 1^{d}, subit avec le faisceau *a* de la pointe pétiolaire une union qui n'est que peu profonde et momentanée. Plus bas en effet, une disjonction se produit entre eux, et le pointement trachéen de *i*, resté distinct à tous les niveaux, se fusionne finalement au-dessous du niveau *m* avec le pointement du faisceau *e* né de la même foliole (fig. 44 *bis*). Il résulte de ces faits que le faisceau *a*, considéré uniquement dans son pointement propre (fig. 44 *bis*), jouit d'une indépendance beaucoup plus prolongée que ne l'indique le parcours de la fig. 44, et que cette indépendance ne cesse qu'au-dessous des limites de la figure.

La seule différence à noter pour les cinq paires foliolaires suivantes consiste d'une part dans l'union momentanée et superficielle du faisceau *f* tout entier avec la trace ou portion de trace immédiatement supérieure, et d'autre part dans la réunion rapide des deux cordons *e* et *i* formés par division de ce même faisceau *f*. Ceux-ci se fusionnent en effet presqu'aussitôt en un seul cordon *c* auquel s'accole momentanément, comme il vient d'être dit, la trace foliolaire inférieure suivante.

Quelques différences d'ordre secondaire sont encore à noter accidentellement chez les folioles inférieures :

1°. — La trace foliolaire rentrante ne montre aucun contact avec le cordon *c* de la trace précédente ; celui-ci constitue donc de suite un faisceau distinct dans le rachis ;

2°. — Le faisceau *f* ne se divise pas en deux portions *e* et *i* ;

3°. — De loin en loin, deux faisceaux voisins de l'arc pétiolaire

s'accolent ensemble sans fusionner leurs pointements trachéens ; ils reprennent d'ailleurs leur individualité propre au bout d'un temps plus ou moins long suivant les cas.

Les deux premières exceptions, qui ne se présentent simultanément que dans un seul cas, sont, en réalité, peu nombreuses et ne détruisent pas le mode général observé dans la plus grande partie du pétiole.

Il résulte des faits ci-dessus que le nombre normal des faisceaux de l'arc pétiolaire, relevé à un niveau déterminé, est le même que celui des folioles sus-jascentes ; je prendrai deux exemples :

La section transversale correspondant à la base du parcours de la figure 44 présente six faisceaux qui proviennent des trois dernières paires de folioles. Une autre section pratiquée immédiatement au-dessous des folioles les plus inférieures de la feuille (fig. 45) montre 20 faisceaux correspondant aux 20 folioles de la feuille entière. Cette dernière section pourrait être prise comme *caractéristique*. Car, au-dessous de ce niveau, dans la partie inférieure du pétiole, le nombre des faisceaux se réduit peu à peu, comme de coutume, par des unions successives qui se manifestent immédiatement au-dessous de l'insertion de la 10e paire (fig. 45, *a*.).

Cette manière d'être si simple, et pour ainsi dire constante du mériphyte du *Z. Skinneri*, se simplifie encore si l'on ne considère que les pointements trachéens. En effet, on a déjà vu que l'accolement de chaque faisceau *f* avec la trace descendante immédiatement supérieure du même côté ne représente qu'un simple contact qui n'intéresse pas les pointements particuliers de l'un et de l'autre. Mais en outre, le faisceau *f* lui-même présente au moins deux pointements distincts, ceux-ci correspondant aux deux faisceaux qui, dans la base rétrécie du limbe, ont été formés par les unions successives des faisceaux nervulaires de la foliole ; ce sont ces deux derniers pointements qu'on retrouve dans les cordons *e* et *i* produits par la division de *f*.

Ainsi donc, les quelques particularités relatives aux faisceaux *e* et *i* qui ont été signalées pour les traces foliolaires inférieures, ne distinguent pas en réalité ces traces de celles de type général, ou du moins, elles ne les en distingue que par des caractères insignifiants.

Quoiqu'il en soit, les traces foliolaires sont finalement unifasciculées mais elles ne le deviennent, en fait, qu'à un niveau très inférieur et

qui se trouve parfois reculé jusque dans le deuxième entre-nœud suivant (ex. 1^{g} et 1^{d}).

Bref, il ressort de cet exposé que dans tous les cas le parcours des pointements trachéens élémentaires se montre sous une forme simple (fig. 44 *bis*) qui, tout en se rapportant en général à celle des genres précédents, en diffère sensiblement par la longue persistance de l'individualité des pointements trachéens au-dessous de l'insertion de chaque foliole.

2°. — *Arc pétiolaire.* — La constitution et la forme de l'arc pétiolaire du *Z. Skinneri* ne diffèrent guère de celles du *Cycas circinalis*, par exemple, et l'établissement du réseau secréteur y est même en tous points semblable à celui de cette dernière espèce.

La structure des faisceaux se rapporte à celle qui a été mentionnée chez le *Ceratozamia mexicana* ; néanmoins, les agrégations fasciculaires telles que celles du faisceau *f* (fig. 46) ne sont pas fortement arquées comme chez cette dernière espèce, mais simplement allongées dans le sens latéral.

Type *Zamia integrifolia*, Ait. (Pl. IV)

1°. — *Course des faisceaux.* — Deux formes particulières sont à observer dans les rentrées foliolaires ; l'une est localisée dans les folioles de la moitié supérieure du rachis, l'autre dans celles de sa moitié inférieure.

a), — Les faisceaux nervulaires de chacune des cinq premières folioles (fig. 47) se réduisent, dans le pédoncule rétréci, à deux faisceaux 1 et 2 qui s'unissent, pour rentrer dans le rachis, en un seul cordon *f*. Toutefois, dans ce cordon, la fusion n'atteint jamais les pointements trachéens de telle sorte que la division qui se produit presqu'aussitôt en *d* ne fait que rendre leur individualité à des faisceaux qui étaient simplement accolés.

A la base de la foliole 3^{d}, les faisceaux rentrants 1 et 2 restent, il est vrai, distincts l'un de l'autre, mais les explications précédentes montrent que cette disposition ne constitue pas une exception sérieuse et qu'elle peut au contraire facilement être rattachée au mode général de rentrée des cinq traces foliolaires supérieures.

Les deux faisceaux 1 et 2, redevenus libres après la scission *d* du

faisceau *f*, sont désormais les faisceaux *i* et *e* qui, considérés dans leurs pointements propres, peuvent se comporter de façons différentes, mais rendent toujours les traces foliolaires bifasciculées (1^d, 1^g, 3^d et 3^g) ou trifasciculées (2^d) (fig. 47 et 47 *bis*). Dans un seul cas (2^g) les pointements de *i* et de *e* s'unissent en un seul, en *n*, mais, si l'on peut considérer cette trace comme étant exceptionnellement unifasciculée, le niveau très inférieur auquel se fait la fusion définitive de *i* et de *e* permet cependant de ne pas séparer ce cas du type général présenté par les autres folioles.

Je ferai remarquer en outre que la réunion en *m* (fig. 47) des deux cordons *e* et *i* de la trace 1^g semble rendre cette trace unifasciculée comme la précédente. Or là, non seulement les pointements restent distincts dans un cordon unique (voir fig. 47 *bis*), mais, à un niveau très inférieur, en *p*, le faisceau *e* reprend même son indépendance absolue ; il se détache de son congénère pour rejoindre en *q* un faisceau voisin provenant de la foliole 2^g.

b). — La conservation de l'individualité des deux faisceaux rentrants observée à la base des folioles supérieures ne se retrouve plus pour les sept folioles de la moitié inférieure du pétiole.

La région *d*, qui, pour les premières, marquait le niveau de séparation des pointements fasciculaires 1 et 2, représente au contraire, pour les secondes, le lieu de fusion complète de ces mêmes pointements.

D'ordinaire les traces unifasciculées de ces folioles inférieures constituent un nouveau faisceau du rachis (4^g et 4^d ainsi que 5^d, 6^g et 7^g en dehors des limites du parcours figuré). Dans deux cas seulement (5^g et 6^d), elles rejoignent le faisceau marginal voisin de l'arc pétiolaire.

2°. — *Arc pétiolaire*. — Le pétiole se prolonge entre les deux folioles terminales par une petite pointe d'environ $3^m/_m$ de longueur. On y voit, à des niveaux différents, la première différenciation de quatre faisceaux qui se placent sur un arc légèrement *concave postérieurement*. L'orientation des faisceaux extrêmes *a* et *a'* (fig. 48), un peu oblique sur celle des faisceaux intermédiaires *b* et *b'*, est telle que si on rejoint leurs pointements par une ligne, celle-ci se montre avec des extrémités recourbées vers la région antéro-latérale du pétiole. C'est d'ailleurs dans cette direction que se font les rentrées des faisceaux foliolaires.

Après l'union des faisceaux *i* de chacune des traces 1^d et 1^g respectivement avec les faisceaux *a* et *a'* de la pointe pétiolaire, la concavité

postérieure de l'arc primitif s'accentue davantage ainsi que la courbure de ses extrémités (fig. 49); celle-ci se dirige alors vers la région antérieure du pétiole et les rentrées foliolaires se faisant toujours obliquement sur cette direction, il en résulte un arc pétiolaire dont les plis longitudino-latéraux se sont formés de bonne heure.

Cette dernière forme est celle qui persiste dans toute la longueur du pétiole, de telle sorte que l'arc pétiolaire du *Z. integrifolia* conserve une forme simple. Il se réduit à un arc externe dont les extrémités se recourbent légèrement en dedans pour former les demi-arcs internes sur lesquels les bandes réceptrices aboutissent directement et sans l'intermédiaire de branches radiales nettement définies (fig. 50 et 51).

Les faisceaux du rachis situés au fond des plis longitudino-latéraux montrent en général un grand développement de leur bois centripète dont les lames s'avancent plus ou moins vers le plan médian du pétiole (fig. 50).

Au-dessous de l'insertion de la foliole la plus inférieure, ces lames ligneuses saillantes centripètes arrivent même à se séparer partiellement du reste de leurs faisceaux, de telle sorte qu'à la base de l'organe, elles viennent se placer isolément dans la concavité de l'arc pétiolaire (fig. 51) et y former des paquets de trachéides *tr* dont je n'ai pu suivre le trajet ultérieur.

3°. — *Canaux gommifères.* — Chez le *Z. integrifolia*, les canaux gommifères ne descendent pas des folioles ; il s'en forme trois à peu près simultanément à l'intérieur même du rachis au-dessous de la paire foliolaire terminale et en dehors de l'arc pétiolaire (fig. 49), l'un *cgm* dans le plan médian, les deux autres *cgl* latéralement et dans une situation qui correspond au pli longitudino-latéral.

Vers le milieu du pétiole (fig. 50), un quatrième canal *cga* apparaît à l'intérieur de l'arc pétiolaire et se divise, au-dessous de l'insertion de la foliole la plus inférieure, en deux branches *cga'* qui viennent se placer en avant des bandes réceptrices (fig. 61). Enfin, ce dernier niveau du pétiole montre également l'apparition de quatre nouveaux canaux dont deux, *cgl'*, sont situés de chaque côté du canal postérieur médian *cgm*, et des deux autres *cgp* dans le prolongement des extrémités de l'arc pétiolaire,

On remarquera que ces canaux sont *sans rapport avec les folioles.*

La figure 52 représente, en projection sur un plan vertical, le réseau

complet formé par les canaux gommifères du pétiole du *Z. integrifolia*; le tracé en pointillé est celui des canaux postérieurs et le tracé plein celui des canaux antérieurs.

Type *Zamia muricata*, Willd. (Pl. IV et V)

1°. — *Course des faisceaux.* — Le pétiole se prolonge, entre les deux premières folioles supérieures, par une petite pointe d'environ un centimètre de longueur dans la base de laquelle se trouvent cinq faisceaux très grêles *a*, *b*, *c*, *d* et *e* disposés sur un arc ouvert antérieurement (fig. 53, pl. IV et fig. 54, pl. V).

L'état procambial de la terminaison de ces faisceaux indique que notre feuille, d'une taille en apparence normale, n'a pas encore terminé sa croissance apicale. Il y a lieu de remarquer en outre que le faisceau procambial médian *c* se divise, à l'extrême pointe, en deux cordons et que ceux-ci, s'écartant l'un de l'autre de chaque côté du plan de symétrie, semblent se préparer à desservir, en compagnie des faisceaux latéraux voisins, une nouvelle paire de folioles déjà en voie de développement mais non encore reconnaissable extérieurement.

Vers le niveau d'insertion de la 1re paire de folioles, après la réunion en un seul des faisceaux *a* et *b*, l'arc foliaire ne renferme plus que 4 faisceaux situés deux à deux de chaque côté du plan de symétrie.

Le faisceau latéral *e*, après un accolement momentané en *m'* avec les deux portions internes *I* de la trace rentrante de la foliole 1d, fusionne définitivement, en *n'*, près du niveau d'insertion de la 2e paire foliolaire, avec ces deux portions *I* augmentées du cordon *II*. Puis le cordon *e*, accru comme il vient d'être dit, rejoint le faisceau *d* un peu plus bas, en *p*.

De l'autre côté du plan de symétrie, le faisceau *b'* contracte des rapports analogues avec les faisceaux *I* et *II* de la trace 1g, à cette différence près que son premier contact en *m* avec le faisceau *I* reste définitif et que le faisceau *II* se rejette sur le faisceau *III*.

Comme conséquence de ce parcours, il subsiste alors deux faisceaux médians qui, définitivement constitués, demeureront désormais complètement séparés l'un de l'autre.

Les portions des traces 1d et 1g, qui n'ont pas été comprises dans les unions précédentes, se comportent de deux façons différentes :

La portion *f, (=II+III)*, de la trace 1^g rejoint le faisceau *I* de la trace 2^g et s'unit à lui pour ne plus s'en séparer. Elle prend ensuite contact avec *II* et *III* qui, d'abord accolés à elle, redeviennent ensuite indépendants l'un après l'autre. Cette indépendance n'est d'ailleurs que de courte durée pour le faisceau *II* qui se jette sur le faisceau *I* de la trace 3^g.

A quelque distance au-dessus de l'insertion de la foliole 3^g, le faisceau *III* de la trace 2^g se sépare du faisceau *II* de la même trace pour former f_1 qui opère une demi-révolution autour de son axe pour se placer en face du faisceau *f* descendu de la trace supérieure en orientation inverse.

De l'autre côté du rachis la portion *f'* qui représente le prolongement inférieur des faisceaux marginaux externes de la foliole 1^d, contracte pendant toute la durée du 2^e entre-nœud foliolaire et avec le faisceau *I* de la trace 2^d, une union *q* que l'examen des pointements trachéens montre n'être pas complète. En effet, un peu plus bas, en *r'*, ces faisceaux se séparent définitivement l'un de l'autre et *f'*, redevenu libre, *tourne sur lui-même de 180°, comme* f_1, *pour venir se placer en orientation inverse en avant de celui auquel il était précédemment accolé.*

Le même phénomène se passe aux dépens du faisceau III de la trace 2^d, à cette différence près que le faisceau inverse f_1' ainsi produit rejoint en avant le faisceau inverse *f'*.

De cette façon, une section transversale pratiquée au-dessous de l'insertion de la 3^e paire de folioles (fig. 55, pl. IV), montre : 1° un arc plissé en Ω comprenant 6 faisceaux, ou agglomérations fasciculaires considérées comme telles, et normalement orientés; 2° un système antérieur composé de deux faisceaux à orientation renversée qui sont situés l'un à côté de l'autre de chaque côté du plan de symétrie et en avant des bandes réceptrices normales de l'arc postérieur.

Les mêmes faits analogues à ceux des traces 2^g et 2^d se produisent aux dépens des traces foliolaires inférieures. Il s'y produit également des torsions et des déplacements de faisceaux vers la face antérieure du rachis, mais toujours ils se manifestent, dans une trace foliolaire déterminée, non pas au niveau même de sa rentrée mais *dans le nœud immédiatement inférieur*, là où cette trace combine ses effets avec la trace rentrante. Telle la trace 3^d dont la totalité des faisceaux rentrants

arrive à prendre une position antérieure inverse dans le 4ᵉ entre-nœud en même temps qu'ils se joignent à l'un des faisceaux de la trace rentrante de ce nœud.

En somme, il se constitue un système fasciculaire antérieur à orientation inverse qui, sauf par le niveau où il se manifeste, rappelle beaucoup le système analogue décrit chez le *Macrozamia spiralis*. La différence essentielle entre le *Z. muricata* et le *M. spiralis* tient à ce que chez cette dernière espèce le système antérieur est formé presque exclusivement par le rebroussement du premier faisceau rentrant de chaque foliole tandis que chez le *Z. muricata* ce même système se fait aux dépens de faisceaux détachés sur les deux marges interne ou externe des traces foliolaires successives, et quelquefois même par rebroussement de la trace entière de certaines folioles (3ᵈ). A la base des folioles inférieures, le rebroussement des faisceaux marginaux se produit soit au nœud de rentrée (4ᵍ et 4ᵈ), soit au nœud sous-jacent (2ᵍ, 2ᵈ, 3 et 3ᵈ) soit même plus bas encore (1ᵍ).

Mais la complication ne s'arrête pas là.

En effet, d'une part, en allant vers le bas, les faisceaux se fusionnent fréquemment entre eux, ce qui fait que, malgré l'adjonction des nouvelles rentrées foliolaires, le nombre des faisceaux du système antérieur inverse ne s'accroît pas autant ni aussi régulièrement que chez le *M. spiralis*.

D'autre part, à partir d'un certain niveau les faisceaux les plus profondément situés des bandes réceptrices se rendent irrégulièrement soit dans la région antéro-médiane (*f*) (fig. 56), soit vers la concavité de l'arc externe (*f*''). La constitution des branches radio-médianes n'obéit donc pas à la règle signalée dans les types simples comme *Cycas, Dioon*, etc.;

Enfin, et ceci nous servira de lien avec le genre suivant, à des niveaux divers mais rares, *l'un quelconque des faisceaux des bandes réceptrices s'échappe de ces bandes, et, sans passer par les branches radiales, va se ranger directement à l'extrémité correspondante de l'arc externe* (fig. 56 et 57, *f*''', pl. IV) ou dans son voisinage (fig. 58, f^{IV}, pl. V).

Finalement, la forme de l'arc pétiolaire relevée sur une section faite à la base du pétiole (fig. 58, pl. V), tout en paraissant comparable à celle des genres précédents, a une origine toute différente. En effet, si une

partie des faisceaux de l'arc externe, comme par exemple f'', y parviennent, ainsi que dans tous les genres précédents, après avoir glissé le long des branches radiales et des demi-arcs internes de l'arc pétiolaire, d'autres faisceaux, comme f^{IV}, y sont arrivés *en passant directement des bandes réceptrices aux extrémités de l'arc externe.*

Dans tous les cas, la disposition finale des faisceaux n'est pas dûe à un procédé semblable à celui qui, dans les espèces précédentes, donnait la forme simple en Champignon à chapeau.

2°. — *Canaux gommifères.* — Dans la pointe du pétiole, il se forme trois canaux isolés dont l'un est situé dans la concavité de l'arc, et les deux autres aux extrémités de ce même arc.

Les canaux qui, dans le limbe des folioles, étaient situés en arrière et en avant des faisceaux foliolaires, se réunissent dans le bord des folioles en des canaux collecteurs qui se rendent, à la rentrée dans le rachis, les uns dans l'écorce en dehors de l'arc pétiolaire et les autres en dedans de cet arc. Ces derniers s'unissent pendant quelque temps aux canaux préexistants.

A mesure qu'on descend dans le pétiole, certains canaux corticaux des traces foliolaires rejoignent la partie la plus profonde du pli longitudino-latéral correspondant avant de gagner la région corticale en arrière de l'arc externe.

Il n'y a pour les canaux aucune relation de nombre, soit avec celui des faisceaux du mériphyte, soit avec celui des folioles.

§ 3. — *Résumé du genre* Zamia

Le parcours des faisceaux pétiolaires du genre *Zamia* se montre sous deux aspects différents, le premier qui rappelle celui des genres précédents, celui du genre *Ceratozamia*, par exemple, et le second qui se rattache au genre *Encephalartos*.

1er Cas : — Chez le *Z. Skinneri* et le *Z. integrifolia*, les divisions ou réunions apparentes de faisceaux sont, il est vrai, nombreuses surtout au-dessous des régions d'insertions foliolaires ; elles s'y font avec une certaine régularité.

Ainsi chez le *Z. Skinneri*, les faisceaux nervulaires de la foliole se groupent en deux cordons qui n'en forment plus qu'un seul lors de leur pénétration dans le rachis ; puis, ce cordon unique se scinde

rapidement de nouveau en deux parties qui se rejoignent une seconde fois pour former enfin un faisceau unique du rachis. Et c'est de cette façon qu'il se constitue, au-dessous de la paire de folioles la plus inférieure, un arc pétiolaire dont le nombre des faisceaux est égal à celui des folioles.

Toutefois, l'étude des pointements trachéens dans les cordons rentrants montre que ces traces foliolaires ne deviennent vraiment *unifasciculées* que très loin au-dessous de leur niveau de rentrée et que leur parcours se rapporte en réalité au type simple des genres précédents.

Dans cette espèce, l'arc pétiolaire est du type cycadéen classique et le réseau secréteur semblable à celui des *Ceratozamia*.

Chez le *Z. integrifolia*, il se produit deux procédés de rentrée foliolaire suivant que l'on considère les folioles supérieures ou les folioles inférieures.

A la base des premières, la trace ne comprend encore qu'un seul cordon rentrant qui, plus bas, se divise en deux branches de même que chez le *Z. Skinneri;* ici donc, les pointements trachéens, restés toujours distincts, reprennent encore leur individualité. Mais, contrairement à ce qui se passe chez le *Z. Skinneri*, cette individualisation se maintient plus bas et, tandis que le faisceau interne s'unit définitivement au faisceau voisin du rachis, le faisceau externe continue à descendre directement; puis ce dernier reçoit à son tour, comme faisceau marginal, le faisceau interne de la trace immédiatement inférieure. *Les traces des folioles supérieures sont donc* BIFASCICULÉES.

La trace des folioles inférieures ne comprend qu'un seul cordon rentrant et celui-ci reste indivis dans le rachis. Ce cordon y conserve généralement son indépendance, toutefois, dans certains cas, il peut s'accoler au faisceau immédiatement précédent de l'arc pétiolaire. *Ces traces des folioles inférieures sont donc* UNIFASCICULÉES.

L'arc pétiolaire du *Z. integrifolia* est encore du type normal mais il est étalé vers les bords; les plis longitudino-latéraux y sont aussi beaucoup moins accentués que dans les genres précédents. Il s'y trouve un très grand développement de bois centripète dont *certaines portions peuvent même s'isoler à l'intérieur de l'arc.*

Le réseau sécréteur forme deux réseaux séparés et réguliers, l'un en dehors et l'autre en dedans de l'arc pétiolaire.

2e Cas. — Chez le *Z. muricata*, le ou les derniers faisceaux rentrants d'une trace foliolaire déterminée subissent dès la base de l'entre-nœud sous-jacent ou vers le nœud suivant *une torsion de 180° et un déplacement simultanés qui les ramènent en avant des bandes réceptrices et leur donnent une orientation renversée.* Le même fait peut se produire également aux dépens du premier faisceau rentrant de certaines traces foliolaires.

Il s'établit ainsi, à un certain niveau du rachis *un système fasciculaire antérieur* assez analogue à celui du *Macrozamia spiralis* mais qui toutefois est moins régulier que dans cette espèce et qui en diffère en outre par son niveau d'apparition ainsi que par la nature des faisceaux qui le composent.

Dans une région plus inférieure du pétiole, les faisceaux de ce système antérieur se dispersent plus ou moins, en s'y réunissant ensuite, dans la partie antérieure à laquelle se rendent également certains faisceaux des bandes réceptrices ; les autres faisceaux de ces dernières ne constituent pas en totalité les branches radiales par apport continu vers les extrémités antérieures de celles-ci ; en effet, tout en subissant la déviation correspondant au pli longitudino-latéral, certains d'entre eux gagnent au contraire, soit la *concavité de l'arc externe*, soit *directement les extrémités de celui-ci,* soit enfin la région qui, dans le type habituel en Ω, *correspond aux demi-arcs internes.*

Ces complications nouvelles donnent à l'arc pétiolaire un aspect qui, sur une section transversale de la base du pétiole, si comparable qu'il soit avec celui des genres précédents, *a une origine toute différente ;* on y retrouve néanmoins le mode général des autres Cycadacées.

Les traces foliolaires se montrent très souvent *plurifasciculées* et sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours pour cela à l'étude des pointements trachéens.

Le réseau sécréteur n'offre rien de particulier et se constitue à peu près comme dans les autres espèces.

Espèces étudiées. — 1er groupe. — *Z. Skinneri*, *Warsz*,

2e groupe. — *Z. integrifolia*. Ait. ; *Z. furfuracea*, Ait ; *Z. pumila*, L. ; *Z. tenuis*, Willd. ; *Z. angustifolia*, Jacq ; *Z. Bellefonti*, V. Hout. ; *Z. caracasana*, Lodd.

3e groupe. — *Z. muricata*, Willd. ; *Z. ottonis*, Miq. ; *Z. media*, Jacq.

CHAPITRE VI

Genre MICROCYCAS, A. DC.

Type unique : *M. calocoma*, A. DC.

Cette espèce ne semble pas se différencier des types simples du genre *Zamia* et, bien que n'ayant eu à ma disposition qu'une très courte partie du pétiole de cette rare espèce, j'ai pu constater que les rentrées foliolaires s'y font d'une façon entièrement normale et sans qu'il se produise aucune torsion du premier faisceau rentrant. L'arc du pétiole a la même forme en Ω que celui du *Z. Skinneri*, par exemple; les branches radiales y sont toutefois plus importantes et les faisceaux opposés unis par leurs portions ligneuses.

Un canal gommifère est placé en avant de chacun des deux faisceaux des bandes réceptrices, c'est-à-dire antérieurement à eux; les autres se trouvent répartis en dehors de l'arc total dont ils suivent les sinuosités du pli longitudino-latéral et de l'arc externe.

CHAPITRE VII

Genre ENCEPHALARTOS, Lehm.

§ 1. — *La foliole*

Les folioles du genre *Encephalartos*, insérées sur le rachis par un pédoncule retréci, ont généralement des bords curvilignes à dents plus ou moins nombreuses et parfois très fortes. La lame limbaire est très rigide et la nervation y est sub-parallèle.

Certaines espèces font exception à différents égards : les feuilles de l'*E. cycadifolius*, Lehm., ont le port de celles du *Dioon edule*, Lind., et ses folioles ne s'en distinguent que par une terminaison plus rapide en une pointe acuminée. L'*E. villosus*, Lehm. a des feuilles longuement lancéolées et très flexibles, et leur nervation ressemble à celle du *Ceratozamia mexicana*, Brongn., à part la présence de très petites pointes latérales espacées, dans la base desquelles se termine un faisceau unique. L'*E. Lehmanni*, Lehm. a des folioles beaucoup moins longues, rigides et généralement sans pointes latérales. Chez la plupart des autres espèces, les dents sont d'autant plus fortes qu'elles sont moins nombreuses et, à l'intérieur de celles-ci, se terminent parfois 5 à 8 faisceaux convergents, comme par exemple chez l'*E. horridus*, Lehm.

A partir de la base d'insertion des folioles, les dichotomies des faisceaux se font rapidement au fur et à mesure de l'élargissement du limbe et elles se continuent jusqu'au milieu de la foliole. Au-delà il y a des convergences de faisceaux à la base des pointes latérales ou terminale ; ces réunions ne se produisent pas exclusivement entre le faisceau marginal et son voisin immédiat mais très souvent entre 2 ou 3 faisceaux intermédiaires et à quelque distance du sommet de la foliole.

§ 2. — *Rachis*

Type *E. horridus*, Lehm (Pl. V, VI et VII)

1°. — *Course des faisceaux.* — La pointe terminale du rachis renferme trois petits faisceaux (fig. 59, pl. V) dont l'un, le faisceau *c*, se met en relation immédiate avec la trace foliolaire 1^d ; les deux autres, *a* et *b* s'unissent en un seul tronc, qui, restant indépendant jusqu'à la 4^e paire foliolaire, reçoit à ce niveau le faisceau *d* formé à la fois par la trace foliolaire 1^g et par une fraction de 2^g.

La rentrée de la trace foliolaire 1^g est normale ; les 4 faisceaux basilaires, pénétrant dans le rachis, s'y réduisent à deux, *e* et *i*, qui, après un accolement momentané en *m*, suivi d'une séparation, se réunissent ensemble au-dessous de la 2^e paire foliolaire, en *n*, pour former la plus grande partie du faisceau *d* précédemment cité. (L'un d'eux, le cordon *e*, s'est grossi au passage d'une fraction de la trace foliolaire 2^g.)

Avec la foliole 1^d, les faits ne sont plus les mêmes ; en effet, si les quatre faisceaux qui constituent sa trace rejoignent à peu près simultanément le faisceau *c* préexistant dans le pétiole, l'un d'eux, le faisceau *I*, situé au bord interne de la trace foliolaire, au lieu de se diriger vers l'extrémité correspondante de l'arc pétiolaire *abc* (fig. 60 et 61), subit une déviation vers la face antérieure, pivote autour de son axe, revient en avant de ceux qui le suivent (fig. 62 et 63) et s'unit finalement au bord externe de la trace rentrante (fig. 64) après avoir opéré sur lui-même une révolution complète.

Les rentrées des traces foliolaires suivantes se font suivant le même procédé ; on n'y observe que quelques variations de détail.

La série des coupes relevée au niveau de la 4^e paire foliolaire (fig. 59, et 65 à 71), me dispense de toute nouvelle description.

J'insisterai de préférence sur certains faits particuliers qui se rencontrent plus bas :

α. — A partir d'un certain niveau, le rebroussement en crosse du bord interne des traces foliolaires rentrantes atteint son intensité maximum et il amène la formation de massifs fasciculaires complexes (fig. 72) dans laquelle le déplacement des pointements trachéens devient d'un

examen difficile, du moins au voisinage immédiat des rentrées foliolaires.

6. — Ce rebroussement, qui semble correspondre au pli longitudino-latéral pétiolaire des autres Cycadacées, présente ici un caractère spécial. Il imprime aux masses fasciculaires précitées, ainsi qu'aux faisceaux définitivement constitués dans le pétiole, un mouvement torsif qui se manifeste parfois encore à de grandes distances verticales au-dessous de leur point de rentrée. Il a en outre pour conséquence d'amener la constitution de cordons fortement arqués et pouvant même très souvent atteindre une *structure exactement concentrique* (fig. 59, *o* à *o'''* et fig. 72, *o*). Ces derniers (fig. 73), qui sont fréquents au-dessous des régions de rentrée des traces foliolaires et possèdent deux ou plusieurs pointements trachéens distincts, sont toujours dûs à une torsion intense qui se manifeste surtout sur les tissus mous du faisceau ; ils reprennent d'ailleurs assez rapidemment leur forme normale primitive (fig. 74).

γ. — Dans un cas isolé qui n'a dailleurs été rencontré que chez l'*E. horridus*, l'un des faisceaux intermédiaires de l'arc pétiolaire passe de l'une des branches de l'arc externe sur l'autre (en traversant le plan de symétrie du rachis) et s'y incorpore définitivement ; c'est ce faisceau qui est représenté en *p*, dans la figure 59, au-dessous du niveau d'insertion de la 5e paire folioliaire, ainsi que dans les deux figures 75 et 76 qui en donnent les deux positions extrêmes.

2°. — *Arc pétiolaire :* — Dans toutes les espèces étudiées précédemment, sauf le *Zamia muricata* et le *Macrozamia spiralis*, l'arc pétiolaire s'établit d'une façon régulière et suivant un mode constant qu'il n'est pas inutile de rappeler ici : le ou les faisceaux foliolaires rentrants se placent aux extrémités externes des bandes réceptrices et s'y accolent à leur voisin le plus immédiat, ou bien restent isolés ; puis ils subissent, du fait même des rentrées inférieures suivantes, une poussée qui les déplace de plus en plus vers des régions plus intérieures de l'arc. Théoriquement, et toute complication mise à part, on peut dire que deux faisceaux considérés l'un et l'autre à chacune des marges du mériphyte tendent à gagner le milieu de l'arc externe après avoir parcouru successivement la bande réceptrice, le demi-arc interne et la moitié de l'arc externe correspondant à chacun d'eux.

Ce procédé simple n'existe qu'exceptionnellement dans le genre

Encephalartos. Quelques exemples convenablement choisis chez *l'E. horridus* suffiront pour le démontrer et pour dégager le mode général d'organisation spécial à ce genre.

Jusqu'au niveau de la 5e paire de folioles, les faisceaux du rachis sont disposés suivant deux rangées à peu près rectilignes formant entre elles un angle très aigu à sommet postérieur et médian.

Peu à peu, l'angle s'ouvre davantage et, en même temps, les rangées s'incurvent de façon à ramener leurs extrémités vers le milieu de l'organe dans la direction duquel se dirigent également les traces foliolaires incurvées. C'est là le premier indice des plis longitudino-latéraux.

La figure 72, prise au-dessous du niveau d'insertion de la 7e paire de folioles, représente ce stade. La trace T^d_6, qui a encore sa forme concentrique de rentrée, n'est pas venue se placer dans le prolongement direct de la branche droite de l'arc externe, mais s'est dirigée plus intérieurement vers le plan de symétrie, comme si elle suivait un pli longitudino-latéral.

A gauche (fig. 79, pl. VI), le pli longitudinal symétrique du précédent se forme un peu plus tard par un déplacement semblable du faisceau t''^g_6 qui vient se ranger en face de T^d_6 et s'unir à lui à peu près dans le plan de symétrie de l'organe pour former le faisceau *f* (fig. 77, $t''^g_6 + T^d_6$ et fig. 78, *f*) (1).

La position axiale de ces deux faisceaux réunis ainsi en *f*, représente le début des branches radio-médianes de l'arc pétiolaire ; c'est donc vers ce point que devraient converger les traces suivantes. Or, il est facile de se rendre compte par la notation des figures 72 (pl. V), et 77 (pl. VI), que certaines des traces des folioles suivantes, telles que T_7 et même T_8, viennent ultérieurement s'accoler totalement ou en partie aux extrémités de l'arc externe sans passer par les branches radiales.

C'est là une première particularité déjà rencontrée chez le *Zamia muricata* et qui deviendra de plus en plus fréquente dans la suite.

Une section transversale pratiquée à un niveau plus inférieur et correspondant à peu près à la base du premier tiers du pétiole (fig. 78), diffère peu de la précédente et rappelle assez nettement, toute compli-

(1) Je désigne par *t'*, *t''*, *t'''*, etc... les branchements successifs produits dans le rachis par une trace *T* déterminée, l'exposant littéral et l'indice y sont les mêmes que pour la trace qui les a formés.

cation de faisceau mise à part, la forme dite en Ω. Je la prendrai comme point de départ dans la description qui va suivre :

La trace T^{d}_{n-I} s'est scindée en deux parties dont l'une t'^{d}_{n-I} a rejoint *directement* l'extrémité droite de l'arc externe ; l'autre portion t''^{d}_{n-I} prend une forme concentrique et contribue à l'établissement de la branche radiale droite en se dirigeant vers le faisceau *f* dont j'ai montré la provenance précédemment.(page 59).

A ce moment, apparaissent les faisceaux rentrants de la foliole d'ordre *n ;* la trace T^{d}_{n}, dont le rebroussement en crosse peut-être suivi sur la figure 78 *bis*, se résoud en deux tronçons au moment de la rentrée de T^{d}_{n+I} (fig. 79) ; l'un, t'^{d}_{n} est rejoint ultérieurement par cette dernière trace T^{d}_{n+I} ; l'autre, t''^{d}_{n} présente une lobation t'''^{d}_{n} à la faveur de laquelle s'intercale une petite fraction t''^{d}_{n+I} de la trace T^{d}_{n+I} (fig. 80 à 82).

La plus grande partie de la trace T^{d}_{n+I}, c'est-à-dire t'^{d}_{n+I}, se déplaçant vers la droite, s'adjoint en passant le tronçon t'^{d}_{n} et se dirige en se fractionnant de nouveau ($t^{d'''}_{n+I}$ et t^{IVd}_{n+I}) vers l'extrémité droite de l'arc externe (fig. 83 et 84).

La trace T^{d}_{n+II} semble former tout d'abord une masse compacte (fig. 86); mais cette masse se divise aussi en deux portions dont l'une t'^{d}_{n+II} rejoint t^{IVd}_{n+I} devenu libre ; l'autre t''^{d}_{n+II}, prend contact avec une partie de la trace suivante T^{d}_{n+III} (fig. 87 à 89), mais s'en sépare bientôt (fig. 92 et 93); ce n'est qu'après une nouvelle réunion de t'^{d}_{n+III} de t''^{d}_{n+III} et de t'''^{d}_{n+III} que s'opère la jonction définitive de ce dernier massif avec t''^{d}_{n+II} en un cordon unique ; celui-ci ne se placera pas à l'extrémité antérieure de la branche radiale, mais *s'intercalera ultérieurement entre deux faisceaux voisins* de cette extrémité constitués en grande partie par les traces ou portions de trace foliolaire de gauche.

On voit en somme que la boucle formée par la trace T^{d}_{n+III} s'est scindée en deux portions ($t'^{d}_{n+III} + t''^{d}_{n+III} + t'''^{d}_{n+III}$) et ($t^{IVd}_{n+III}$) qui alimentent l'arc pétiolaire en deux points différents, *la première vers la branche radiale, la seconde vers l'extrémité de l'arc externe déjà établi.*

L'ensemble de tous ces faits constitue une seconde particularité du genre *Encephalartos.*

Les rentrées foliolaires de gauche, bien qu'avec quelques variantes se comportent d'une façon analogue.

On remarquera enfin que, suivant leur importance, les cordons de droite et de gauche qui se dirigent vers les branches radio-médianes produisent successivement une condensation correspondante de ces branches entre elles (fig. 84 et 90) suivie d'une dissociation plus ou moins rapide (fig. 87 et 93).

La complication ne s'arrête pas là.

Si jusqu'à présent les branches radio-médianes semblent souvent confondues en une seule dans le plan de symétrie par fusion de leurs faisceaux opposés, il n'en est plus de même à partir d'un certain niveau plus inférieur ; en effet, non seulement il y a individualisation des deux branches droite et gauche, grâce à une séparation de leurs faisceaux composants, mais encore ceux des cordons des traces rentrantes nouvelles qui se dirigent vers la région antérieure ne s'intercalent plus que rarement dans les branches radiales ; *ils restent un peu en dehors ou se dispersent de plus en plus dans toute la portion antérieure du rachis* (fig. 94, *i*, pl. VII).

Puis, cette dispersion antérieure s'accentuant encore, il se constitue finalement deux séries de faisceaux inversement orientés, disposées, du moins à un certain niveau, suivant deux rangées parallèles au bord antérieur du pétiole (fig. 95, pl. VII).

D'autre part, la région postérieure des branches radiales situées dans la concavité de l'arc externe, obéissant au mouvement de refoulement général, gagne de plus en plus le fond de cette concavité et, au lieu de s'y étaler à droite et à gauche pour constituer les demi-arcs internes comme cela se fait dans les types à forme Ω, se met en contact avec l'arc externe. En d'autres termes, *le ou les faisceaux les plus profonds des branches radiales* (A) *s'intercalent dans la région médiane postérieure de l'arc externe en y prenant une orientation normale qui les confond avec leurs voisins d'origine différente* (fig. 95, pl. VII).

C'est là une troisième particularité du genre.

Au-dessous des faisceaux A qui sont intercalés dans l'arc externe, les branches radiales sont d'abord représentées par des faisceaux libres peu nombreux (B).

Puis, au-dessous de ceux-ci, certains faisceaux (C) *se détachent des branches radiales et viennent se placer dans une position voisine, au milieu des demi-arcs internes* ; ils y sont rejoints par d'autres fais-

ceaux (D) qui, comme chez le *Zamia muricata,* proviennent directement soit des traces rentrantes, soit du système antérieur.

Il résulte de ces derniers faits que les demi-arcs internes sont formés à la fois *par le pli inverse de l'extrémité de l'arc externe* (E) et par des faisceaux qui se sont détachés, soit *de la région intermédiaire des branches radiales* (C) soit *des traces foliolaires rentrantes,* ou même *du système fasciculaire antérieur* (D).

Je résume la description précédente par un schèma (fig. 97, pl. VI), dans lequel les positions diverses prises par les faisceaux rentrants, sont notées par des lignes représentant leur trajet en projection verticale ; les pointes de flèches y correspondent aux points d'occupation définitifs des faisceaux de la section transversale précédente relevée à la base du pétiole de l'*E. horridus*. On comparera utilement cette figure avec celle (fig. 96, pl. VI), qui représente les mêmes faits dans le type Cycadéen normal des *Cycas*, *Dioon*, etc.

3°. — *Comparaison du type E. horridus avec quelques autres espèces du même genre :* — La plupart des autres espèces du genre *Encephalartos* se rapportent presque identiquement au type précédent ; les seules variations à noter sont de peu d'importance et tiennent surtout aux dimensions différentes du pétiole adulte.

L'*E. Lehmanni* montre de nombreux faisceaux concentriques analogues comme position et comme formation à ceux de l'*E. horridus.* On en rencontre encore même dans la base du pétiole (fig. 98, *c*, pl. VII). A ce niveau, le système antérieur se compose de faisceaux toujours dispersés mais dont l'orientation est généralement normale. Les extrémités profondes ou postérieures des branches radiales ne s'intercalent pas, comme chez l'*E. horridus*, dans l'arc externe, mais leur étalement dans le fond de la concavité formée par cet arc n'est pas plus accentué chez l'*E. Lehmanni* que chez cette dernière espèce.

Le mériphyte de l'*E. Altensteinii* (fig. 99), toutes proportions gardées, est à peu près identique à celui de l'*E. horridus*. Toutefois, les branches radiales restent intactes et aucun faisceau ne s'en détache latéralement pour aller se mélanger à ceux des demi-arcs internes.

Chez l'*E. villosus*, c'est encore le type de l'*E. horridus*, avec les mêmes particularités générales (fig. 100). Néanmoins, et probablement en raison de l'accroissement longitudino-terminal très prolongé de feuilles qui atteignent jusqu'à 2^{m}80 de longueur, le rebroussement en

crosse des premiers faisceaux foliolaires rentrants ne se produit pas d'une façon nette avant la 9e paire de folioles. Plus bas, il se montre d'abord peu accentué et limité pendant quelque temps à un seul faisceau; encore, celui-ci se termine-t-il rapidement en pointe libre.

Ce n'est qu'à un niveau plus inférieur encore que se produisent des complications analogues à celles de l'*E. horridus*, précédées d'ailleurs de rebroussements localisés sur des faisceaux intermédiaires de l'arc pétiolaire.

L'examen des pointements trachéens de la région terminale du pétiole de cette espèce montre que *leur parcours est du type simple* rencontré dans les autres genres, la trace foliolaire y est *plurifasciculée* mais devient très souvent unifasciculée le long de l'entre-nœud suivant. Les réunions entre faisceaux intermédiaires de l'arc pétiolaire n'y sont encore que de simples accolements dans lesquels les pointements élémentaires demeurent distincts pour se séparer ensuite de nouveau plus ou moins tardivement.

Par contre, des fusions réelles s'observent fréquemment dans les nœuds du rachis aux dépens des faisceaux rentrants, ou bien encore à la partie inférieure des entre-nœuds, entre la dernière trace rentrante et le faisceau marginal du rachis.

4°. — *Canaux gommifères*. — L'établissement du réseau sécréteur se ressent de la structure particulière du mériphyte. Les canaux gommifères qui accompagnent les faisceaux foliolaires rentrants subissent dans le rachis, de nombreuses anastomoses et des branchements qui dispersent leurs ramifications sans règle spéciale apparente et forme dans tous les points de l'organe un réseau à mailles plus ou moins allongées.

Type *E. cycadifolius*, Lehm. (pl. VII)

1°. — *Course des faisceaux*. — J'ai noté plus haut que les faisceaux nervulaires du limbe de cette espèce présentaient un parallélisme identique à celui observé chez le *Dioon edule*. Dans la base d'insertion de certaines folioles ces faisceaux se réunissent rapidement en deux, puis en un seul cordon qui, descendant jusqu'à la foliole suivante du même côté, rejoint le faisceau rentrant de cette dernière. Le cordon unique ainsi formé *reste indépendant dans toute la longueur du*

rachis ; tel le faisceau *m* par exemple, qui réunit les traces foliolaires de 6^d et de 5^d (fig. 101, pl. VII). Les traces successives se joignent ainsi par deux.

Le procédé se montrant identiquement le même quel que soit le niveau considéré, il en résulte que le nombre des faisceaux pétiolaires, pris sur une section transversale déterminée, devrait indiquer la présence d'un nombre égal de paires foliolaires au-dessus de cette section ; en d'autres termes, *n* faisceaux pétiolaires devraient correspondre à *2n* folioles. Or, si dans le parcours de la figure 101, on compte le nombre des faisceaux de l'arc pétiolaire au-dessous ou au-dessus de chacune des paires foliolaires, on remarque que *n* faisceaux correspondent non pas à *2n* folioles (1), mais à un nombre impair répondant à la formule *2n — 1* (2). C'est qu'en effet les groupement de 2 folioles qui se réunissent pour former un faisceau pétiolaire unique ne se correspondent pas d'un côté à l'autre du rachis mais *sont distribués en alternance.*

Cela résulte du retard de développement que subit l'une des folioles sur l'un des côtés du pétiole (3).

L'examen des pointements trachéens des faisceaux foliolaires rentrants ne modifie pas l'allure générale du parcours qui vient d'être décrit. Je dirai seulement que leur course est un peu différente dans les deux traces d'un même groupement binaire. Examinons, par exemple, les traces du groupe binaire ($5^d + 6^d$) (fig. 102). Les pointements trachéens de la trace 5^d ne fusionnent ensemble qu'en *n* au niveau de rentrée des faisceaux de la foliole 6^d, tandis que ceux de la trace 6^d s'unissent en un seul, en *n'*, dès la base de la foliole. Les deux pointements 6^d et 5^d ainsi produits descendent d'abord côte à côte dans un

(1) Les cinq faisceaux de la pointe pétiolaire indiquent assez nettement que chacun d'eux est destiné à une foliole distincte non encore développée pour que je les comprenne dans la formule ci-dessus.

(2) On remarquera que si la présence de 4 faisceaux au lieu de trois à la base de la pointe terminale semble constituer une exception à cette règle, cela tient à ce que la croissance longitudinale non achevée n'a pas encore reporté le point de jonction des traces 1^e et 2^e à un niveau plus élevé. Si d'ailleurs l'on fait abstraction de ces 5 faisceaux terminaux, le nombre *n* des faisceaux d'un niveau quelconque correspond à un nombre de folioles développées qui est représenté par la formule $2n - 1 - 5 = 2n - 6$ c'est-à-dire à $n - 3$ paires de folioles.

(3) La formule $2n - 1$ semblant indiquer davantage cette dernière particularité, je l'ai préférée à celle qui est donnée dans la remarque précédente où d'ailleurs les faisceaux de la pointe terminale sont laissés de côté.

même faisceau le long de l'entre-nœud 6, puis, ils fusionnent au niveau *n''* dans le nœud 7.

Quoi qu'il en soit, le tracé général est toujours simple et d'une régularité parfaite.

La relation ci-dessus entre le nombre des faisceaux et celui des folioles n'a été observée que dans cette seule espèce du genre ; ailleurs, on ne trouve son analogue que chez le *Zamia Skinneri* (1).

Quant à la continuité de l'indépendance des faisceaux pétiolaires, dans toute la longueur de l'organe, elle ne se rencontre que chez le *Cycas revoluta*.

Si l'espèce *E. cycadifolius*, semble à ce point de vue très différente des autres espèces du même genre qui, toutes appartiennent au type *E. horridus*, elle s'en rapproche cependant par ce fait que les traces foliolaires rentrantes subissent une incurvation qui rappelle le rebroussement en crosse de celles des autres *Encephalartos*. Cette incurvation (fig. 103), qui produit son effet maximum aux dépens du premier faisceau rentrant, est toujours très faible. Elle n'est pas accompagnée du départ de ce faisceau et ne l'amène donc pas à s'unir, de même que chez les autres *Encephalartos*, au dernier faisceau rentrant de la même trace. Je n'ai observé d'exception à cette règle que pour le deuxième faisceau rentrant de la foliole 4^d (fig. 101).

2°. — *Arc pétiolaire*. — L'arc fortement concave suivant lequel sont disposés les cinq faisceaux de la pointe pétiolaire, se maintient tel jusqu'après l'insertion des quatre premières paires de folioles ; à partir de là, la formation des deux plis longitudino-latéraux (fig. 104) refoule légèrement vers l'intérieur les faisceaux $(5+6)^d$ et $(3+4)^g$ qui représentent les traces des avant derniers groupements binaires.

Dans le courant des deux entre-nœuds foliolaires suivants, après cette légère déviation vers l'intérieur, le faisceau $(5+6)^d$ se dirige peu à peu vers l'extrémité droite de l'arc externe et il est alors remplacé dans sa première position par la trace binaire rentrante $(7+8)^d$ qui est immédiatement inférieure (2).

Cette dernière *reste désormais dans cette région médiane* et, s'en-

(1) Je ne crois pas pouvoir y ajouter le *Cycas revoluta*, puisque la règle que KRAUS avait remarquée n'a jamais été retrouvée après lui.

(2) Je rappelle que tout faisceau rentrant définitif est le résultat de l'union des traces de deux folioles successives situées du même côté.

fonçant davantage vers la concavité de l'arc, elle y constitue les débuts de la branche radiale droite (fig. 105).

En continuant à descendre dans le pétiole, on voit la trace binaire définitive $(9+10)^d$ (fig. 106), venir se placer à côté du faisceau $(5+6)^d$, c'est-à-dire *contre la marge de l'arc externe*. Puis, après deux nouveaux entre-nœuds, la trace binaire suivante $(11+12)^d$ se range en avant de $(7+8)^d$ pour former le deuxième faisceau de la branche radiale droite.

Cette alternance qui amène successivement les traces binaires sur le prolongement de l'arc externe et sur la branche radiale, se produit non-seulement à droite du plan de symétrie pétiolaire mais encore à gauche. Il se constitue ainsi un arc pétiolaire (fig. 106) dont la forme générale rappelle celle en Champignon à chapeau des genres *Cycas*, *Dioon* etc... mais dont le mode de formation est tout autre et se rapporte plutôt à celui du type *E. horridus,* débarrassé de ses complications multiples.

Si l'on représente par f, f_1, f_2, f_3 etc., une série de folioles successives situées d'un seul côté du pétiole, et si l'on se rappelle que deux folioles successives du même côté forment un seul faisceau pétiolaire définitif, on voit que l'arc externe correspondant est alimenté par les séries :

$$(f+f_1), (f_4+f_5), (f_8+f_9) \ldots\ldots (f_n+f_{n+1}), (f_{n+4}+f_{n+5}), \text{etc.}$$

tandis que la branche radiale du même côté reçoit les séries alternantes suivantes :

$$(f_2+f_3), (f_6+f_7), (f_{10}+f_{11}) \ldots\ldots (f_{n+2}+f_{n+3}), (f_{n+6}+f_{n+7}), \text{etc.}$$

J'ai résumé les faits précédents dans un parcours schématique (fig. 107) où les deux moitiés d'un pétiole fendu suivant le plan antéro-postérieur, sont ramenées en arrière et projetées sur un seul plan vertical. La course des faisceaux de l'arc externe y est représentée par un trait plein et celle des faisceaux des branches radiales enfoncées dans la concavité de ce dernier, par un trait discontinu.

L'organisation précédente, bien que se conservant dans son ensemble tout le long du pétiole, subit cependant quelques modifications à mesure qu'on gagne des régions plus inférieures. Là, en effet, les faisceaux pétiolaires définitifs, devenus de plus en plus nombreux,

cessent d'être distribués suivant la figure régulière en Ω. Ils envahissent peu à peu d'abord les espaces situés entre les branches de l'arc externe et les branches radiales (fig. 108 et 109, f_m), puis la région antérieure de l'organe.

C'est ainsi qu'on arrive d'abord au niveau des folioles inférieures, à observer la forme déjà complexe de la figure 110, puis, très près de la base du pétiole, à celle si particulière que présente la figure 111.

Cette dernière, dont la structure rappelle celle d'un pétiole de monocotylédone, présente 139 faisceaux. Il y a lieu d'ajouter qu'au-dessus d'elle, certains faisceaux des régions *l* se sont terminés en pointe libre.

3°. — *Canaux gommifères.* — La presque totalité des canaux gommifères se place en dehors de l'arc libéro-ligneux externe.

Au sommet du pétiole, les traces foliolaires de la paire terminale sont accompagnées chacune de trois canaux, un interne et deux externes.

Les canaux internes s'unissent en un seul dans le rachis (fig. 103, 104, 105 et 106, *ca)* en dedans de l'arc sur le plan médian, les externes se dirigent de chaque côté et en dehors de cet arc.

Le même procédé se répète assez longtemps sans formation de nouveaux canaux antérieurs, car le canal *ca* y collecte les suivants de même origine.

A partir du moment où les branches radiales se constituent, le canal antérieur médian *ca* est refoulé peu à peu vers la concavité de l'arc externe (fig. 108). De nouveaux canaux, tels que *ca'* (fig. 106 et 108), prennent d'abord sa place primitive puis le rejoignent finalement pour donner le canal *cm* de la figure 111 qui reste seul à l'intérieur de l'arc.

Tous les autres canaux externes *ce* se sont rangés autour du système fasciculaire du pétiole.

§ 3. — *Résumé du genre* Encephalartos

Les faisceaux nervulaires de la foliole ont généralement une course plus ou moins parallèle et en rapport avec le bord plus ou moins courbe du limbe.

Chacune des dents terminale ou latérales ne possède qu'un seul faisceau produit le plus souvent par la réunion de plusieurs nervures qui

convergent dans leur base. Les terminaisons libres sont rares sur les bords du limbe et, quand elles existent, elle correspondent probablement à des dents disparues.

Tous les faisceaux des folioles proviennent de dichotomies nombreuses qui se produisent surtout dans leur base d'insertion sur le rachis, mais dont un certain nombre cependant se manifestent encore dans la région moyenne du limbe.

Le mériphyte du genre *Encephalartos* est presque toujours caractérisé par certaines particularités bien reconnaissables :

1°. — Chacune des traces foliolaires rentrantes subit un *rebroussement en crosse* qui ramène son ou ses premiers faisceaux en avant de ceux qui les suivent, en même temps qu'ils opèrent *une révolution complète et individuelle autour de leur axe*. Enfin, dans la région supérieure du rachis, ces faisceaux tordus viennent généralement *se réunir au dernier faisceau rentrant de la même trace* et s'accoler sur le bord externe de celui-ci.

Plus bas, les traces foliolaires présentent encore le même mouvement torsif, mais *elles se morcellent en plusieurs fractions qui prennent des directions différentes*.

2°. — Les traces foliolaires sont nettement *plurifasciculées* ; celles qui semblent unifasciculées montrent toujours au moins deux ou plusieurs pointements trachéens distincts qui se séparent tôt ou tard, puis, ou bien restent indépendants, ou bien s'unissent ultérieurement à une trace ou portion de trace inférieure.

3°. — Au sommet du rachis, l'arc pétiolaire se constitue de façon normale et comme dans les autres genres, mais l'apparition des deux plis longitudino-latéraux est accompagnée de complications multiples qui modifient complètement la forme classique en Champignon à chapeau :

A) — La plupart de ceux des faisceaux foliolaires rentrants, qui subissent une torsion viennent d'abord se placer simplement vers la partie antérieure du pétiole. Dans ce cas, leur trajet ultérieur est variable :

α) ou bien, ne se déplaçant que très peu, *ils se mettent en rapport avec les faisceaux des traces plus inférieures*.

β) ou bien, se rapprochant de plus en plus du plan de symétrie de l'organe, *ils se placent définitivement dans la partie antérieure du segment médullaire*.

γ) ou bien enfin, ils s'enfoncent vers la partie postérieure, en dedans de l'arc externe, en formant deux branches radio-médianes plus ou moins nettement séparées l'une de l'autre. Celles-ci subissent à leur tour différentes transformations d'ordre secondaire résultant soit de *l'intercalation dans l'arc externe* de ceux de leurs faisceaux qui sont le plus profondément situés, soit du déplacement toujours très faible, à droite et à gauche, des faisceaux suivants, soit enfin du *détachement de un ou deux faisceaux qui, quittant leur région moyenne, se rendent vers le milieu des demi-arcs internes.*

B) — Les autres faisceaux foliolaires rentrants, de beaucoup les moins nombreux, prennent deux directions différentes :

α) certains s'accolent *directement à l'extrémité de l'arc externe* correspondant et contribuent à son accroissement, mais ce n'est pas sans avoir, eux aussi, subi au préalable vers le plan de symétrie, une déviation de leur trajet qui rappelle le plissement longitudino-latéral de l'Ω.

β) D'autres faisceaux, situés à des niveaux divers, et après avoir montré la même déviation que les précédents, vont se ranger dans *une position qui correspond à la place occupée par le demi-arc interne* situé du même côté, c'est-à-dire dans le voisinage de ceux qui proviennent de la région intermédiaire de la branche radiale voisine.

γ) Enfin quelques faisceaux, suivant un trajet normal vont se placer *à l'extrémité antérieure de la branche radiale* correspondante ou, le plus souvent, *entre deux faisceaux* déjà établis sur celle-ci.

Il résulte de tous ces faits que sur une section transversale la base du pétiole montre un mériphyte complexe à *faisceaux plus ou moins dispersés et, le plus souvent, orientés en tous sens*, sauf ceux de l'arc externe.

Dans les régions de complication maximum, les faisceaux présentent une structure assez complexe et, dans tous les cas, très arquée. Chacun d'eux semble en effet, longtemps encore après son entrée dans le rachis, affecté d'un mouvement de torsion continuel qui lui fait prendre très fréquemment, surtout chez l'*E. horridus* et l'*E. Lehmanni*, une forme absolument *concentrique*.

L'espèce *E. Cycadifolius* est caractérisée par un mériphyte de forme spéciale qui, sur une section transversale, rappelle celui d'une monocotylédone. Les traces foliolaires y sont *unifasciculées* et chaque fais-

ceau pétiolaire est formé par la réunion des traces de deux folioles consécutives situées du même côté du pétiole.

A partir du moment où l'apparition du pli longitudino-latéral a formé les branches radiales, les faisceaux pétiolaires, toujours constitués comme il vient d'être dit, se rendent *alternativement*, soit vers l'extrémité antérieure des branches radiales, soit vers l'extrémité correspondante de l'arc externe.

C'est en somme une disposition qui, malgré sa régularité toute spéciale, doit être rapportée à celle des autres *Encephalartos*.

Le réseau secréteur ne présente, chez les *Encephalartos*, aucune particularité spéciale; chaque trace folioliaire rentrante est accompagnée de plusieurs canaux gommifères qui se dirigent en se réunissant plus ou moins, soit en dehors de l'arc externe, soit dans la région antérieure; certains de ces derniers s'enfoncent dans la concavité de l'arc et s'y dispersent entre les faisceaux; chez l'*E Cycadifolius*, un seul de ceux-ci persiste dans la partie la plus profonde de l'arc externe.

Espèces étudiées. — 1er groupe. — *E. horridus*, Lehm.; *E. Altensteinii*, Lehm.; *E. Hildebrandtii*, A. Br.; *E. Lehmanni*, Lehm.; *E. pungens*, Lehm.; *E. Verschaffelti*, Regel.; *E. villosus*, Lehm.; *E. brachyphyllus*, Lehm.; *E. vernicosa* (?); *E. lanuginosus*, Lehm.; *E. Vromii* (?).

2e groupe. — *E. Cycadifolius*, Lehm.

CHAPITRE VIII

Genre STANGERIA, Th. Moore.

Type *S. paradoxa*, Th. Moore. (pl. VIII)

§ 1. — *Description de la feuille* (1)

La feuille soumise à mes recherches provient d'un tronc adulte ayant déjà fructifié. D'une longueur de 74 centimètres, elle est pourvue de 22 folioles dont les extrêmes seules (une paire terminale et deux paires inférieures contiguës) sont exactement opposées.

Les deux folioles terminales s'unissent vers le bas en un rachis commun sur les bords duquel la portion externe de chacun des limbes se prolonge en décurrence. Une semblable décurrence se produit encore à la base des folioles suivantes, mais son importance va en diminuant graduellement jusqu'à la sixième. Là, la base des folioles commence à se spécialiser en un pétiolule qui, dans les folioles inférieures, arrive à dépasser un centimètre de long.

Le bord des folioles est épaissi et continu. Chez les plantes jeunes, il diffère du précédent par la présence de nombreuses dents.

L'insertion de la paire constituée par les deux folioles les plus inférieures n'est pas latérale comme celle des autres; elle est *antérieure et très rapprochée de celle qui se trouve immédiatement au-dessus*. J'étudierai plus loin la répercussion de ce mode spécial d'insertion sur la forme générale du mériphyte.

(1) Deux feuilles de cette espèce m'ont été fournies, l'une par M. le Directeur du Jardin Royal de Kew (Angleterre) et l'autre par M. Maiden, directeur du Jardin Botanique de Sydney (Australie) à qui en outre je suis redevable d'autres échantillons de cette précieuse Cycadée ; j'adresse ici à ce messieurs mes plus sincères remerciements.

§ 2. — *La foliole*

La nervation foliolaire des *Stangeria* est bien connue et toute description nouvelle ne ferait que répéter celles des différents auteurs qui, comme le Dr Nestler en particulier, ont porté leurs efforts sur l'étude de cet organe ; elle a, comme on le sait, la forme tænioptéridée typique de certaines Fougères.

Le pédoncule de la foliole présente trois ou quelquefois quatre faisceaux qui, le plus souvent, continuent à courir séparément dans la nervure principale.

Le médian (ou l'un des deux s'il y en a quatre) est formé par la réunion des petits faisceaux des nervures terminales rayonnantes du sommet de la foliole, tandis que les autres se constituent peu à peu, de chaque côté du précédent, aux dépens des faisceaux nervulaires suivants.

Parfois aussi (et ceci a lieu quand l'arc foliolaire comprend plus de trois faisceaux), le faisceau terminal de la nervure principale se divise radialement en deux parties qui deviennent les deux faisceaux médians ; d'autres fois, cette division n'affecte pas le faisceau terminal mais l'un de ceux qui se sont formés plus bas aux côtés de ce dernier.

Je n'ai jamais observé, ainsi que Kraus (**31**) l'a fait remarquer, que chacun de ces faisceaux fût constitué par un nombre constant de faisceaux nervulaires.

§ 3. — *Rachis*

1°. — *Course des faisceaux.* — L'arc libéro-ligneux du sommet du rachis est constitué par l'union de ceux des deux folioles terminales (pl. VIII, fig. 113). Ces derniers comprennent l'un et l'autre trois faisceaux, dont les premiers rentrants I s'unissent dans le rachis en un seul tronc *t* auquel s'adjoignent successivement chacun des faisceaux foliolaires médians II des mêmes traces foliolaires. Les troisièmes faisceaux III de chacune de ces traces descendent dans le rachis en restant indépendants jusqu'au voisinage de l'insertion foliolaire suivante ; chemin faisant, ils reçoivent les nombreux fascicules de la portion limbaire décurrente des deux folioles terminales.

Le même procédé de rentrée se répète à la base de chacune des folioles inférieures. La seule différence réside en ce que l'arc pétiolaire étant définitivement établi, le premier faisceau rentrant I s'unit au faisceau marginal préexistant qui, d'ailleurs, n'est autre que le faisceau III de la trace immédiatement supérieure du même côté.

A la base de certaines folioles, l'arc rentrant peut présenter un quatrième faisceau constitué par les dernières nervures de la portion limbaire décurrente. Ce faisceau joue alors, par rapport à la trace suivante, le rôle qui, dans le cas précédent, était dévolu au faisceau III. Tel est le faisceau IV de la foliole 2^d.

La division du faisceau produite en *e* au-dessous de la foliole 2^g, correspond à un fait de même nature mais dans lequel le quatrième faisceau n'est formé que le long de l'entre-nœud, c'est-à-dire plus tardivement que pour le faisceau IV de la foliole 2^d. Ce faisceau ne montre qu'une indépendance très courte dont la durée est d'ailleurs en rapport avec l'importance minime de son pointement qui se confond rapidement avec celui du faisceau III (fig. 113 *bis*).

L'étude des pointements trachéens (fig. 113 *bis)* montre qu'il n'y a de fusions réelles de faisceaux qu'au niveau des rentrées foliolaires et à ce point de vue, deux cas sont à distinguer :

1°. — Si on appelle $n - 1$ et n deux traces successives superposées du même côté du rachis, les pointements des faisceaux rentrants I_n et II_n s'unissent rapidement au pointement du faisceau marginal préexistant III_{n-1} ; c'est le cas des traces 2^d et 3^d.

2°. — Le pointement du faisceau I_n s'unit seul à celui du faisceau III_{n-1} en un pointement unique que rejoint un peu plus bas celui du faisceau sub-marginal voisin (exemple : 2^g et 3^g) ; ce faisceau sub-marginal n'est autre que le faisceau II de la trace immédiatement supérieure, c'est-à-dire encore d'ordre $n - 1$.

Il semble résulter de ces faits que, si on pratique une section transversale immédiatement au-dessus d'une insertion foliolaire d'ordre n, le nombre des pointements doit y être augmenté d'une unité par rapport à la section prise au-dessus de l'insertion précédente d'ordre $n - 1$.

Mais cette règle est détruite par des fusions réelles et complètes qui se produisent à divers niveaux entre des faisceaux intermédiaires *(f*, fig. 113 et 113 *bis)*. Ces dernières ne sont du reste, nullement com-

parables aux unions figurées en *s*, qui ne sont que de simples accolements latéraux dans lesquels les pointements restent distincts et capables de reprendre plus bas leur individualité.

2°. — *Arc pétiolaire.* — L'arc pétiolaire dont la forme répond en général aux modifications extérieures de l'organe se montre largement ouvert jusqu'au-dessous de la 6e foliole (fig. 115).

A partir de ce niveau, jusqu'au-dessous de l'avant-dernière paire inférieure, l'arc se resserre, le pli longitudino-latéral se dessine et les extrémités des deux branches se recourbent légèrement en crosse vers l'intérieur du pétiole (fig. 116).

L'arrivée des traces 11^d et 11^g accentue davantage le retournement des marges de l'arc vers l'intérieur et marque le début d'une modification assez profonde qui n'a encore été rencontrée dans aucune des espèces précédentes.

En effet, ainsi que je l'ai déjà indiqué, les insertions des folioles 11^d et 11^g sont très rapprochées de celles de la paire immédiatement supérieure ; en outre elles ne sont plus antéro-latérales comme celles-ci, mais nettement antérieures et situées de part et d'autre d'un profond sillon médian (fig. 117). Chacun des groupes de trois faisceaux dont se compose leur trace, tout en se mettant dans le prolongement des marges recourbées de l'arc pétiolaire, se présente suivant une direction à peu près perpendiculaire à celle de ces deux branches. Puis, se rapprochant davantage l'une de l'autre et du plan de symétrie de l'organe, ces traces arrivent à réunir leurs faisceaux III en un seul cordon situé dans le plan médian du pétiole et à fermer ainsi complètement l'arc foliaire (fig. 114 et 118). Puis, à ce faisceau III médian, s'adjoignent un peu plus tard les faisceaux II. Quant aux faisceaux I, ils se sont mis, suivant le mode général établi plus haut, en relation avec chacun des faisceaux marginaux correspondants de l'arc préexistant

Peu à peu l'arc fermé se régularise, en se *rapetissant* momentanément, en même temps que toute union ou division cesse jusqu'au bas du pétiole entre les faisceaux qui le composent (fig. 114).

Sa forme offre alors l'aspect de deux fers à cheval opposés et accolés par leurs bords. Les faisceaux qui le composent possèdent des massifs de bois centripète puissants et largement réunis entre eux (fig. 119).

Dans toute la partie pédonculaire du pétiole, c'est-à-dire au-dessous des folioles inférieures, l'arc en couronne reprend peu à peu une ampleur nouvelle ; les faisceaux s'y espacent davantage et les deux plis longitudino-latéraux s'y accentuent fortement. Il en résulte finalement un arc pétiolaire dont la forme rappelle celle en Champignon à chapeau des genres *Cycas*, *Dioon*, etc. (fig. 120). Mais, s'il semble bien présenter les deux plis longitudino-latéraux normaux, il n'en est pas moins vrai que les bandes réceptrices ramenées en avant se confondent en une seule et que par suite de leur rebroussement vers l'intérieur du pétiole leurs faisceaux se montrent *en orientation inverse* de celle des faisceaux correspondants chez les espèces précitées.

3°. — *Structure des faisceaux.* — Les lames radiales de bois primaire centripète atteignent des proportions dont le développement maximum se rencontre dans les faisceaux médians postérieurs de l'arc (fig. 115, 116, 117 et 121). Ces lames, souvent coalescentes d'un faisceau à l'autre (fig. 118 et 119), se coupent parfois en isolant à l'intérieur de l'arc des paquets de trachéides *p* (fig. 117) qui, vers le bas, rejoignent un faisceau voisin quelconque ou bien se réduisent peu à peu jusqu'à disparition complète.

Le bois secondaire centrifuge, beaucoup moins développé, ne prend pas l'aspect de bandes plus ou moins arquées et parallèles à la zône cambiale comme chez la plupart des autres Cycadacées. Il se dispose en massifs compacts en face des pointements primaires.

4°. — *Canaux gommifères.* — Les canaux qui accompagnent les faisceaux foliolaires rentrants, conservent dans le rachis (fig. 115 à 120), les mêmes positions relativement à ces faisceaux.

C'est ainsi que les canaux situés en dehors des traces rentrantes concourent à la formation d'un système postérieur ou externe qui s'établit le long de la limite interne de l'hypoderme scléreux, et que les canaux situés en avant des traces se dirigent dans la concavité de l'arc.

Au fur et à mesure de la formation du pli longitudino-latéral, deux canaux, puis trois ou quatre (fig. 116 et 117, *ce*) se détachent du cercle postérieur et viennent se placer près des faisceaux de la région la plus profonde du pli. A la base du pétiole, ces canaux se distinguent encore facilement de ceux du système médullaire dont la plupart se sont localisés à l'intérieur du fer à cheval postérieur.

§ 4. — *Résumé du genre* Stangeria

Les traces foliolaires successives comprennent ordinairement trois faisceaux dont les deux premiers rentrants se mettent en relation plus ou moins rapide avec le faisceau marginal de l'arc pétiolaire; le 3e faisceau reste indépendant jusqu'à la trace suivante où il joue à son tour le rôle de faisceau marginal.

L'examen des pointements trachéens montre que la plupart des réunions de faisceaux intermédiaires de l'arc ne sont que des accolements ; elles correspondent au contraire fréquemment à des fusions lorsqu'elles se produisent entre le ou les 2 faisceaux marginaux de l'arc pétiolaire et le ou les deux premiers faisceaux foliolaires rentrants.

L'arc pétiolaire reste simplement arqué jusqu'à un niveau très inférieur et proche des folioles les plus inférieures. Le pli longitudino-latéral ne s'y manifeste que tardivement et il n'est que très peu accentué dans la plus grande partie du pétiole. Les marges, au lieu de diverger latéralement comme dans les genres précédents, s'incurvent au contraire pour revenir l'une et l'autre vers le plan médian de l'organe. Puis, après la rentrée des traces de la paire foliolaire inférieure dont l'insertion est antérieure, elles s'y soudent bord à bord.

Il en résulte un arc *fermé antérieurement* qui prend la forme de *deux fers à cheval opposés et accolés par leurs bords.*

Dans la base du pétiole, le pli longitudino-latéral s'accentue, le fer à cheval antérieur disperse ses faisceaux et l'on a finalement un mériphyte dont la forme, en section transversale, rappelle l'aspect en Champignon à chapeau de celui des *Cycas*, *Dioon,* etc., mais qui en diffère par l'allure des bandes réceptrices dont les extrémités recourbées en avant et vers l'intérieur sont accolées l'une à l'autre dans le plan médian ainsi, bien entendu, que par l'orientation des faisceaux des extrémités recourbées.

Deux systèmes de canaux gommifères se sont établis dans le rachis; l'un situé en dedans de l'arc, est formé uniquement par les canaux antérieurs des traces foliolaires rentrantes; l'autre localisé en dehors de l'arc, provient entièrement des canaux postérieurs aux mêmes traces.

CHAPITRE IX

Genre BOWENIA, Hook.

Espèce unique. — *B. spectabilis*, Hook. (Pl. VIII et IX)

§ 1. — *Description de la Feuille*

On sait que, seul pârmi toutes les Cycadacées, le genre *Bowenia* possède des feuilles bipennées. Celle dont je dois la possession à l'amabilité de M. le Professeur Costantin, administrateur au Muséum de Paris, provient d'un tronc adulte. Elle est de taille maxima normale et mesure $1^{m}20$ de longueur ; le pétiole principal atteint, au-dessus de sa région élargie, c'est-à-dire près de son insertion sur la tige, plus d'un centimètre de diamètre.

Les pétioles secondaires ou pétiolules, longs d'environ 45 centimètres et au nombre de cinq paires, portent chacun 17 folioles au minimum et 21 au maximum, celles-ci sont alternes mais assez rapprochées deux à deux. Les deux pétiolules terminaux sont exactement opposés ; il en est de même pour les quatre plus inférieurs deux à deux.

En outre, l'insertion de la paire inférieure est *antérieure et presque contiguë à celle qui la suit immédiatement* et cette disposition a, comme chez le *Stangeria paradoxa*, sa répercussion sur la forme définitive du mériphyte. Les autres pétiolules sont espacés l'un de l'autre de 8 à 12 centimètres environ.

Dans les folioles, la nervation est curviligne et parallèle aux bords de la foliole qui sont toujours lisses ; elle ne présente rien de particulier qui ne soit déjà connu des botanistes. Les faisceaux nervulaires se terminent séparément par extinction sur les bords des folioles ; au sommet, il y a cependant convergence de quelques faisceaux médians en un seul.

Si la foliole des plantes adultes est à bord continu, celle des germinations ou des jeunes plantes présente, au contraire, de nombreuses dents dans lesquelles se termine chacun des faisceaux du limbe.

§ 2. — *Rachis secondaires ou Pétiolules*

1°. — *Course des faisceaux.* — Les faisceaux nervulaires de la foliole terminale se réduisent dans le pédoncule rétréci à deux faisceaux *a* et *b* (fig. 122, pl. IX), qui se bifurquent l'un et l'autre vers le bas un peu au-dessus de l'insertion de la foliole 2^d. Chacune des branches externes *c* et *d* de cette bifurcation vient se placer dans une position telle que les quatre faisceaux de l'arc sont disposés suivant les quatre sommets d'un trapèze (fig. 123, pl. VIII).

Cette disposition ne varie pas sensiblement avec l'insertion de la foliole 2^d. Toutefois, le mode suivant lequel se fait cette insertion mérite d'être noté : le faisceau I, le premier rentrant de cette foliole, au lieu de rejoindre l'extrémité correspondante de l'arc pétiolulaire, c'est-à-dire le faisceau *d*, s'unit directement au faisceau sub-marginal *b'*. Quant au cordon II, il prend d'abord une course verticale indépendante, puis s'accole en *m* au bord interne du petit faisceau *d* (fig. 122, pl. IX et fig. 123 à 127, pl. VIII).

Sur le côté gauche, la branche *c* de l'arc pétiolaire est rejointe par le faisceau I de la trace foliolaire 2^g qui, par un rebroussement en avant, se comporte à la façon de ceux des traces foliolaires des *Encephalartos ;* I et *c*, sont d'abord unis dos à dos, c'est-à-dire par leurs libers (fig. 125, pl. VIII), puis, tournant l'un et l'autre autour de leur axe de façon à confondre leurs portions ligneuses, ils forment un cordon inverse $i = I + c$ (fig. 126), qui vient s'unir finalement en *m* au dernier faisceau III de la trace 2^g. A ce moment, l'arc pétiolulaire est semblable à celui du niveau de la figure 123 (niveau X de la figure 122, pl. IX) mais avec des faisceaux plus volumineux (fig. 127, pl. VIII).

Notons enfin que le faisceau foliolaire médian II de 2^g a rejoint, dès son entrée dans le pétiole, le cordon *a'*, de même que le faisceau I de la trace simplement bifasciculée de la foliole 2^d avait rejoint le faisceau *b'*.

Les rentrées des folioles suivantes montrent un procédé analogue à

celui de 2^g, telles les traces 3^d et 4^d, elles n'en diffèrent dans certains cas, que par des points de détails dûs, soit à la présence d'un quatrième faisceau rentrant (3^g), soit à l'union immédiate du dernier faisceau rentrant sur le bord externe du faisceau sub-marginal préexistant (4^d).

D'après ce qui précède, l'arc pétiolaire devrait s'augmenter d'une unité fasciculaire après la rentrée de chaque trace foliolaire ; il n'en est cependant pas ainsi d'une façon régulière jusqu'à la base du rachis.

En effet, le dernier faisceau foliolaire rentrant ne reste pas toujours indépendant ; quelquefois il s'unit avec le faisceau voisin plus interne de l'arc, soit dès sa rentrée (4^d), soit dans le courant de l'entre-nœud suivant. D'autre part, il se produit de bonne heure, au niveau du nœud 4^d, une fusion de deux faisceaux postérieurs de l'arc, situés de part et d'autre du plan médian ; il se forme de cette façon un faisceau M (fig. 128, pl. VIII) qui conserve une position médiane postérieure jusqu'à la base du pétiole.

Les seules unions de faisceaux qui soient réelles sont celles signalées dans l'alinéa précédent et certaines de celles qui se produisent au voisinage des rentrées foliolaires. Dans tous les autres cas, par exemple en *p* et en *m*, les pointements trachéens restent distincts et reprennent leur individualité propre à un niveau plus ou moins inférieur (fig. 122 et 122 *bis*, pl. IX).

L'examen des pointements trachéens fait en outre ressortir le fait suivant : les pointements des premiers faisceaux foliolaires rentrants d'un même côté du pétiole, se fusionnent tous successivement en un seul qui reste distinct jusqu'à la base de cet organe. A ce niveau, ce pointement unique (dont l'orientation est inverse), se réunit à son symétrique du côté opposé et il y a finalement de la sorte formation d'un *faisceau antérieur médian inverse et à pointement unique* (fig. 128 A, pl. VIII).

Je compte revenir sur ce fait après avoir étudié le mériphyte dans le rachis principal.

Le Dr Nestler (**53**) a décrit le parcours des faisceaux dans l'un des pétiolules d'une feuille de la même espèce. Ce pétiolule, de développement très réduit, ne portait que quatre folioles et provenait sans aucun doute d'un très jeune tronc ; aussi la structure relevée par l'auteur ne montre-t-elle pas une complication aussi grande que celle que j'ai décrite.

2°. — *Arc pétiolulaire.* — Abstraction faite de l'allure spéciale décrite précédemment dans les rentrées foliolaires, les faisceaux de l'arc pétiolulaire se disposent d'abord sur une courbe en demi-cercle (fig. 127). A la base du pétiolule, cette courbe s'est transformée, ainsi que je viens de le montrer, en une ellipse fermée antérieurement (fig. 128, pl. VIII). Sur cette ellipse le faisceau médian antérieur A et le faisceau médian postérieur M sont les plus volumineux.

3°. — *Canaux gommifères.* — Un canal se forme dans le pétiolule au-dessus de l'insertion de la foliole 2^d en avant des deux faisceaux de l'arc pétiolulaire. Vers le bas, il reçoit à chaque insertion nouvelle l'unique canal qui accompagne les traces foliolaires rentrantes de droite et de gauche et reste unique dans toute la longueur du pétiole (fig. 128) ; il conserve en outre une position centrale par rapport à l'ensemble de l'arc libéro-ligneux.

§ 3. — *Rachis principal*

1°. — *Course des faisceaux et arc pétiolaire.* — Chacun des deux pétiolules qui terminent la feuille du *B. spectabilis*, présente, un peu au-dessus du niveau de leur réunion en un rachis commun, un cercle de faisceaux semblable à celui dont je viens d'indiquer la formation.

Ces deux cercles I^d et I^g en se rapprochant l'un de l'autre, unissent les faisceaux de leur région de contact (fig. 129, pl. VIII) en deux masses *m* et *m'* orientées contrairement l'une par rapport à l'autre (fig. 130), c'est-à-dire l'une normalement et l'autre inversement.

Puis, momentanément, ces deux masses se rapprochent l'une de l'autre et s'anastomosent par leurs portions ligneuses. Pendant ce temps, le reste des arcs pétiolulaires, mis dans un prolongement réciproque, forme une couronne aplatie transversalement.

A mesure que le contact devient plus intime entre les deux traces, la masse *m'* se sépare de nouveau de *m*, puis, s'en écartant de plus en plus vers la face antérieure du pétiole, vient se confondre (fig. 131, pl. IX) avec l'un des faisceaux antérieurs de la couronne au moment où celle-ci devient régulièrement circulaire. Quant à la masse *m*, elle reste à l'intérieur de la couronne.

En descendant dans l'entre-nœud, la forme exactement circulaire

du mériphyte se modifie et s'aplatit latéralement, comme le rachis lui-même, tandis que le faisceau m prenant une position de plus en plus excentrique, vient se fusionner avec l'un des faisceaux latéraux de cette couronne (fig. 132).

Plus bas encore, dans le voisinage de l'insertion du pétiolule suivant, on relève pour le mériphyte une forme triangulaire dont la base courbe postérieure comprend trois faisceaux p_{I} (fig. 133) et la pointe antérieure un seul a; les deux côtés du triangles sont représentés chacun par un seul faisceau (l_{I}^{d} et l_{I}^{g}).

A l'approche de la trace pétiolulaire II^{g}, les deux faisceaux latéraux l_{I}^{d} et l_{I}^{g} s'unissent (fig. 134) en un cordon unique c qui, après s'être adjoint les faisceaux les plus voisins du cercle rentrant condensés en un faisceau f_{II}^{g}, prend contact par sa région ligneuse centripète avec la région correspondante du faisceau antérieur a.

Après l'incorporation précédente du faisceau f_{II}^{g}, les autres faisceaux de la trace rentrante II^{g} sont disposés suivant un arc latéral qui s'intercale entre les faisceaux p_{I} et a du pétiole.

Le faisceau extrême postérieur p_{II}^{g} de cet arc s'accole au faisceau postérieur préexistant p_{I} ; quant à son faisceau extrême antérieur a_{II}^{g}, il ne rejoint le faisceau antérieur a qu'après l'insertion du pétiolule suivant.

La trace II^{d}, située de l'autre côté du pétiole, se comporte à peu près de la même façon que la précédente (fig. 135), mais les faisceaux du cercle rentrant, symétriques de ceux qui, dans la trace II^{g}, s'étaient réunis au cordon central c, restent isolés à l'intérieur du système et y forment à eux seuls un second cordon c'.

A partir de ce moment, le système entier redevient triangulaire et montre trois groupes de faisceaux distincts (fig. 136 et 137) : 1° un groupe postérieur P formé de 5 faisceaux ; 2° un groupe antérieur A constitué par l'accolement en un seul faisceau de a_{II}^{g}, a et a_{II}^{d} ; 3° enfin, un groupe intermédiaire aux deux précédents et comprenant les faisceaux c, c', l_{II}^{d} et l_{II}^{g} qui, au-dessus de l'insertion pétiolulaire suivante III^{g} (fig. 137), se réduisent à deux masses latérales m_{I} et m'_{I} ; 4° un petit faisceau i isolé, plus antérieur que le groupe 2.

C'est, sauf en ce qui concerne le nombre et la taille des faisceaux, la même disposition triangulaire de la base du premier entre-nœud. Seule l'existence du petit faisceau antérieur i constitue un fait particulier. Ce

faisceau *qui est apparu* (fig. 136) *au milieu du tissu conjonctif* et en avant du faisceau antérieur *A*, ne se met en rapport qu'avec le système fasciculaire des deux pétiolules inférieurs.

La rentrée des traces des pétiolules suivants se fait exactement d'après le mode général établi pour les précédents. La coupe que représente la figure 138, prise immédiatement au-dessus de la 4e paire, ne se montre différente de celle de la figure 137 que par le nombre de ses faisceaux et ses plus grandes dimensions.

Je dois néanmoins signaler ce fait que le faisceau A, après s'être grossi latéralement de nouveaux faisceaux suivant le mode précédent, *a tourné de 180° autour de son axe* et à pris une *orientation normale*.

En outre, le faisceau *i* devenu concentrique, s'est divisé en deux branches dont l'une se termine en pointe libre un peu plus bas et dont l'autre i_1 subsiste seule mais avec une orientation inverse (fig. 138).

Les traces IV ne présenteraient non plus aucune particularité nouvelle, si, comme je l'ai déjà dit, l'insertion immédiate antérieure de la paire de pétiolules la plus inférieure n'intervenait pas, comme chez le *Stangeria paradoxa* pour compliquer d'une façon spéciale la forme du mériphyte.

En effet (fig. 139 et 140) les traces V^d et V^g, tout en se rapprochant l'une de l'autre et du système préexistant, *s'accolent entre elles latéralement à la façon des deux pétiolules secondaires terminaux*, c'est-à-dire en fusionnant leurs faisceaux les plus voisins en deux masses doubles M_{II} et M'_{II}. Toutefois, celle qui est postérieure (M_{II}) se complique en englobant le faisceau i_1 du pétiole. D'autre part, du faisceau A qui s'étale latéralement, il se détache un lobe *o* qui pivote autour de son axe, prend une structure concentrique et vient finalement s'unir à l'un des faisceaux de la trace V^d.

Le rapprochement des traces V combiné avec celui des traces IV donne finalement un *cercle externe à l'intérieur duquel un système de faisceaux d'abord dispersés se régularise peu à peu en un second cercle au milieu duquel le faisceau* A *reste isolé* (fig. 141 et 142). On a ainsi, finalement, une forme analogue à celle que présente le pétiole de l'*Angiopteris evecta*.

Dans la base du pétiole, le système total acquiert de plus grandes dimensions tout en conservant la même disposition générale et seuls, quelques faisceaux s'écartent légèrement de la courbe du cercle externe (fig. 143).

L'étude du mériphyte dans les pétiolules, m'a déjà amené à attirer l'attention sur un fait particulier résultant de l'examen des pointements trachéens. J'ai, en effet, montré (p. 79) que, grâce à une incurvation et à une torsion des traces foliolaires successives, les deux cordons marginaux des pétiolules étaient formés l'un à droite, l'autre à gauche par la réunion des premiers faisceaux foliolaires rentrants de ces traces. Or l'indépendance complète qu'ils gardent dans toute la longueur du pétiolule ainsi que leur fusion finale en une seule masse située dans le plan médian, permettent de se demander s'il n'est pas naturel de comparer cette insertion antérieure à celle déjà vue chez le *Stangeria*.

Sans attacher d'autre importance à ce fait, je crois qu'il n'était pas inutile de le signaler.

2°. — *Canaux gommifères.* — Chaque canal central des traces pétiolulaires donne naissance, quand il rentre dans le rachis principal, à un système sécréteur qui est d'abord réduit aux seuls canaux situés en avant de la rangée des faisceaux postérieurs (fig. 134 à 138) mais qui, après l'insertion des pétiolules inférieurs, s'étend de façon à former une couronne complète à l'intérieur du cercle libéro-ligneux externe du système pétiolaire (fig. 139 à 142).

A la base du rachis, ces canaux produisent des ramifications qui, passant entre les faisceaux du cercle libéro-ligneux externe, viennent se placer un peu en dehors de lui (fig. 143).

Il apparaît en outre dans la longueur du pétiole, en avant du groupe de faisceaux intermédiaires (fig. 136), puis, sur les côtés du faisceau A et enfin en avant du petit cordon i_1 (fig. 138) quelques rares canaux qui, par suite de l'insertion antérieure des pétiolules inférieurs, se trouvent ultérieurement isolés de chaque côté du faisceau central (fig. 139 à 143).

On a donc finalement deux cercles de canaux concentriques extérieurs à chacun des deux cercles de faisceaux et deux canaux centraux représentatifs d'un 3e cercle.

§ 4. — *Résumé du genre* Bowenia

Les traces foliolaires sont nettement *plurifasciculées* et composées généralement de trois faisceaux qui s'accolent séparément à ceux de l'arc pétiolulaire.

Les deux ou trois premières traces foliolaires constituent au sommet du pétiolule un arc qui, *au lieu de s'alimenter dans la suite par ses extrémités,* laisse les faisceaux rentrants s'intercaler *latéralement en arrière du faisceau marginal* dont l'orientation est rendue inverse par le rebroussement en avant et en dedans de l'extrémité de l'arc. Cette intercalation de chaque trace se fait de telle façon que son premier faisceau rentrant, déviant légèrement sa direction, rejoint le faisceau marginal du pétiolule tandis que le deuxième s'accole au sub-marginal et que le troisième reste le plus souvent indépendant sur l'arc pétiolulaire. Ce dernier se prépare à y jouer à son tour le rôle de cordon sub-marginal.

Il résulte de ce mode de rentrée des traces foliolaires, qui, en somme, fait songer à l'existence d'un pli longitudino-latéral virtuel, que l'arc pétiolulaire s'accroît au niveau des faisceaux sub-marginaux et que les faisceaux marginaux se trouvent repoussés progressivement vers la région antéro-médiane de l'organe. A la base du pétiolule, l'arc s'est finalement transformé en un cercle fermé antérieurement dont le centre est occupé par un canal gommifère.

L'examen des pointements trachéens montre que les unions réelles entre faisceaux intermédiaires de l'arc sont plutôt exceptionnelles et qu'elles n'existent régulièrement qu'aux niveaux et aux dépens des rentrées foliolaires. Il est à noter qu'à la base du pétiolule, la fusion des deux faisceaux marginaux dans le plan médian intéresse même leurs pointements trachéens fermant ainsi complètement le cercle des faisceaux pétiolulaires.

L'union des traces des deux pétiolules terminaux, produit d'abord dans le rachis commun un cercle fasciculaire à l'intérieur duquel un faisceau se trouve *momentanément* isolé. La forme de l'arc du rachis devient ensuite triangulaire à sommet antérieur, les deux côtés du triangle étant représentés chacun par un seul faisceau. C'est contre ces deux côtés que viennent s'accoler les deux traces pétiolulaires suivantes au-dessous dequelles les mêmes formes circulaire et triangulaire se retrouvent de nouveau successivement, mais avec un plus grand nombre de faisceaux sur la base postérieure et deux faisceaux *permanents* à l'intérieur.

Des faits semblables s'observent jusqu'à l'avant-dernière paire pétiolulaire inférieure inclusivement. Immédiatement à partir de

celle-ci, le mériphyte subit une importante complication en raison de l'insertion antérieure et précipitée des deux pétiolules de la paire inférieure. Les traces circulaires de ces derniers s'accolent d'abord l'une sur l'autre en avant du système préexistant du rachis principal. Puis, leurs portions latérales internes et leurs portions antérieures s'unissent à celles des dernières traces précédentes ainsi qu'avec la partie postérieure du triangle précédemment établi, de manière à former un cercle complet qui entoure un certain nombre de faisceaux intérieurs. Ceux-ci se disposent à leur tour en un cercle à peu près concentrique au premier à l'intérieur duquel se trouve le faisceau qui, au-dessus, occupait le sommet du triangle pétiolaire et qui a été refoulé plus profondément dans une position légèrement excentrique. En somme, dans la base de la feuille, le mériphyte comprend un *cercle externe de faisceaux entourant complètement un second cercle interne excentrique qui enserre lui-même à son intérieur un faisceau représentatif d'un troisième cercle.*

Il est intéressant de noter qu'une telle disposition est identique à celle que l'on observe à certains niveaux des gros pétioles de l'*Angiopteris evecta.*

Le canal gommifère qui accompagne les traces foliolaires terminales se rend au centre du cercle libéro-ligneux du pétiolule. Il se forme ainsi un canal unique qui, renforcé par la rentrée des canaux des pétiolules successifs, est progressivement remplacé dans le rachis principal par un cercle de canaux intérieur au cercle externe de faisceaux. Dans la base du rachis, ces canaux se ramifient de telle sorte que leurs branches forment un second cercle situé en dehors du système libéro-ligneux.

Quelques autres canaux, différenciés à des niveaux divers dans le voisinage des faisceaux antérieurs du système libéro-ligneux pétiolaire, c'est-à-dire avant que celui-ci ait pris une forme circulaire, fournissent ceux qui, à la base du pétiole, se placent de chaque côté du faisceau central.

CHAPITRE X

CANAUX GOMMIFÈRES

Développement. — Bien qu'aucune étude spéciale n'ait été faite sur le développement des canaux gommifères des Cycadacées, il semble généralement admis que leur origine est dûe à la destruction et à la résorption d'un certain nombre de cellules.

Ce mode de formation a été désigné par les auteurs allemands, d'une façon générale, sous le nom de *lysigène*.

Les recherches que j'ai faites m'ont permis de constater que, en ce qui concerne les Cycadacées, ce procédé n'existe que dans les pétioles adultes et seulement pour les canaux tardifs qui, à des niveaux divers, se surajoutent au système sécréteur directement en rapport avec les rentrées foliolaires successives.

Sur des coupes en séries pratiquées au microtome dans un certain nombre de germinations et qui intéressaient de très jeunes feuilles encore en voie de développement, j'ai pu, particulièrement chez le *Macrozamia spiralis* et chez le *Cycas revoluta*, observer un tout autre développement des canaux sécréteurs.

Au milieu d'un parenchyme fondamental homogène à très petits méats, on remarque deux ou trois cellules superposées longitudinalement et *seulement distinctes de leurs voisines par la grosseur de leur noyau*. Dans ces cellules, apparaît une première cloison tangentielle sur laquelle s'appuient ensuite de part et d'autre quelques cloisons radiales, c'est-à-dire perpendiculaires à la première. Il en résulte une *plage peu étendue formée de 12 à 15 cellules remplies d'un protoplasme granuleux abondant* (fig. 144, A, pl. IX). Dans un certain nombre de ces cellules, 6 à 8 le plus souvent, qui sont groupées à l'une des extrémités de la plage méristématique, il se produit un déplacement des noyaux qui les amène vers une ligne commune de parois *dans laquelle apparaît un long méat intercellulaire* (fig. 144, B). Dans le

même temps, les cellules de bordure de ce méat ont subi de nouvelles cloisons radiales.

Puis, à mesure que le méat s'agrandit, quelques rares recloisonnements s'y produisent encore qui sont plutôt tangentiels. Finalement, les cellules de bordure constituent *un épithelium sécréteur* à petits éléments dont les parois internes sont fortement convexes vers la lumière du canal (fig. 145).

Quant aux autres cellules méristématiques de la plage primitive, elle sont inutilisées par la fonction sécrétrice; restées indivises dans la suite, elles prennent peu à peu un accroissement diamétral qui les amène à ne plus se laisser différencier de celles du tissu fondamental environnant.

Ce mode de développement des canaux sécréteurs est très semblable à celui que Brebner (10) a observé chez l'*Angiopteris evecta*. Il n'en diffère que par des points de détail qui consistent d'une part, dans la non-participation de toutes les cellules méristématiques primitives à la formation du tissu sécréteur, et d'autre part dans l'absence de *cellules-pont* que cet auteur a notées comme très fréquentes chez les Marattiacées étudiées.

Cette origine *schizogène* est en somme le fait le plus intéressant en ce qui concerne les canaux gommifères.

En ce qui concerne l'appareil sécréteur tout entier, la distribution de ses canaux en un double réseau antéro-interne et postérieur est intimement liée aux procédés divers des rentrées foliolaires et à l'emplacement final des faisceaux vasculaires dans le pétiole. La disposition définitive du réseau est donc en rapport assez étroit avec la forme de mériphyte lui-même dont il épouse, pour ainsi dire, les plissements variés; c'est dire que les caractères de l'un se confondent avec les caractères de l'autre.

CHAPITRE XI

Conclusions spéciales à la Feuille

§ 1. — *Résumé des faits*

A.—Les traces foliolaires ne sont réellement unifasciculées que dans les genres *Cycas* et *Dioon;* dans tous les autres genres elles sont plus ou moins nettement plurifasciculées.

En effet, si chez la plupart des *Macrozamia*, des *Ceratozamia* et chez certains *Zamia*, les traces foliolaires ne se montrent constituées que par un seul faisceau rentrant résultant de l'union, plus ou moins tardive, des faisceaux nervulaires de la foliole, l'étude des pointements trachéens élémentaires démontre que cet unique faisceau équivaut le plus souvent à une trace bi- ou plurifasciculée.

Chez le *Dioon edule* et certains *Ceratozamia*, un ou plusieurs faisceaux marginaux externes de la foliole, devenus indépendants de leurs congénères plus internes à la suite d'un accroissement intercalaire très localisé du tissu fondamental, se terminent en pointe libre dans la base d'insertion de la foliole sur le pétiole.

B.—La forme générale de l'arc foliaire des Cycadacées est très constante, mais elle subit des variations particulières assez nombreuses grâce à des plissements longitudinaux plus ou moins complexes qui la modifient d'une façon parfois considérable.

Ainsi, dans tous les genres, sauf les genres *Bowenia* et *Stangeria*, l'arc libéro-ligneux pétiolaire subit de bonne heure, vers le plan du pétiole un plissement longitudinal rentrant d'où résulte pour beaucoup d'entre eux, la forme classique en Ω sur les marges de laquelle s'insèrent les traces foliolaires.

Cette forme n'existe ni dans le genre *Stangeria* ni dans le genre *Bowenia* et elle est plus ou moins profondément modifiée dans les

genres *Ceratozamia*, *Macrozamia*, *Zamia* et *Encephalartos*, la modification y provenant le plus souvent d'un mode particulier des rentrées foliolaires.

a) Chez le *Ceratozamia mexicana*, tout près de la base d'insertion sur la tige, certains faisceaux du pétiole, situés dans la région du pli direct antérieur, sont refoulés dans *la partie antérieure du rachis où ils prennent généralement une orientation inverse.*

b) Chez quelques *Macrozamia (M. spiralis, M. Fraseri,* entre autres). le premier faisceau des traces foliolaires rentrantes subit simultanément une torsion et un déplacement vers la région antéro-médiane de l'organe. Il en résulte la formation d'un système fasciculaire supplémentaire disposé régulièrement suivant *deux bandes antérieures parallèles à chacune des bandes réceptrices normales, mais orientées inversement.*

Les bandes réceptrices normales montrent accidentellement quelques plissements particuliers qui intercalent un ou deux de leurs faisceaux dans ces bandes antérieures inverses.

c) Dans le genre *Encephalartos,* la forme en Ω est assez considérablement modifiée pour que, dans la plupart des cas, il ne soit plus possible de la reconnaître. Dans les seules espèces chez lesquelles elle semble exister encore, elle ne se rapporte pas cependant aux types simples, à celui des *Cycas* par exemple, mais elle procède au contraire du mode général compliqué du genre.

En effet, chaque trace foliolaire, *nettement plurifasciculée,* subit dès sa rentrée *une* TORSION *qui ramène le ou les premiers faisceaux rentrants soit vers les derniers de la même trace, soit simplement vers la partie antérieure du pétiole.*

Dans ce dernier cas, le trajet ultérieur des faisceaux devenus antérieurs est variable :

α) ou bien, sans modifier notablement leur position, ils se mettent en rapport avec ceux des traces foliolaires sous-jacentes.

β) ou bien, se rapprochant plus ou moins du plan de symétrie pétiolaire, ils se placent, *soit dans la partie antérieure du segment médullaire, soit dans sa partie postérieure.* Là encore ils se comportent de façons diverses suivant les espèces : tandis que certains d'entre

eux, refoulés dans la concavité de l'arc externe, peuvent *s'intercaler entre les faisceaux médians de celui-ci,* d'autres s'éloignent plus ou moins à droite et à gauche dans le fond de cette concavité.

Les autres faisceaux des traces foliolaires se dirigent, soit DIRECTEMENT *vers les demi-arcs internes* où ils sont rejoints par certains faisceaux provenant de la région moyenne des branches radiales, soit *vers l'extrémité de l'arc externe* pour contribuer à son accroissement. Mais jamais ils ne le font qu'après avoir subi, eux aussi, vers le plan de symétrie du pétiole, *une déviation qui fait songer au plissement de l'*Ω.

La résultante de toutes ces dispositions variées, qui ne sont en somme que des cas divers de complexités du pli longitudinal, est la constitution, à la base du pétiole, d'un ensemble de faisceaux plus ou moins *dispersés dans ses régions interne et antérieure et orientés en tous sens.* Ils y constituent un système dans lequel il semble tout d'abord impossible de discerner une disposition type.

La dispersion de ces faisceaux est à son état maximum chez l'*E. cycadifolius* où les traces foliolaires sont *unifasciculées.* Chaque faisceau pétiolaire est constitué par la réunion des traces de deux folioles consécutives situées du même côté du pétiole. Chez cette espèce, les traces *se dirigent alternativement et régulièrement, tantôt vers les* EXTRÉMITÉS DE L'ARC EXTERNE, *tantôt dans sa* RÉGION INTERNE.

Chez quelques espèces, notamment chez l'*E. Lehmanni* et chez l'*E. horridus,* les faisceaux foliolaires rentrants peuvent, en se tordant, former des cordons libéro-ligneux très arqués ou même à structure *absolument concentrique.*

d) Certains *Zamia,* comme le *Z. muricata,* montrent dans la partie antérieure de leurs pétioles un système de faisceaux qui, par son mode de formation et sa disposition, rappelle celui du g. *Encephalartos.* Il en diffère cependant parce que la torsion des traces foliolaires s'y fait à un niveau plus inférieur. La provenance et la disposition définitive de certains faisceaux plus intérieurs présentent également de grandes analogies avec celles de ce genre.

Chez la plupart des autres *Zamia,* ainsi que chez le *Microcycas calocoma,* A.DC., l'arc foliolaire se rapporte au type simple, à celui des *Cycas,* par exemple.

Bref, dans tous ces genres, l'arc foliaire présente, à la base du pétiole, une complication parfois considérable dûe à des torsions et des déplacements simultanés de certains faisceaux, torsions et déplacements que j'attribue à des plissements de l'arc foliaire dont le cas le plus simple et le plus constant est figuré par le pli longitudino-latéral caractéristique des Cycadacées à mériphyte en Ω.

e) Chez le *Stangeria paradoxa*, les deux folioles les plus inférieures ne sont pas insérées sur les côtés du pétiole mais *en avant et de part et d'autre du sillon médian antérieur*. De plus, il n'existe entre elles et la paire qui suit aucun espace internodal.

Par le fait même de cette disposition, les traces des deux premières folioles se placent, contrairement à ce qui se passe chez les autres Cycadacées, *en avant* et dans le prolongement des branches de l'arc normal qui sont ondulées par le pli longitudino-latéral et un peu contournées en crosse vers le plan pétiolaire. Ainsi complété, cet arc prend la forme de *deux fers à cheval opposés et accolés par leurs extrémités*. Plus bas, le fer antérieur espace ses faisceaux et subit un pli rentrant suivant le plan pétiolaire.

f) Chez le *Bowenia spectabilis*, les traces foliolaires montrent, dès leur rentrée dans le pétiolule, une torsion qui ramène *en avant* leur premier faisceau rentrant ; mais ce faisceau, tout en pivotant sur lui-même, reste dans le prolongement des branches de l'arc pétiolulaire et c'est *entre lui et les faisceaux plus internes de l'arc* que s'intercalent les traces foliolaires suivantes. *L'insertion n'est donc pas marginale, mais seulement latérale.*

Vers le bas, l'arc libéro-ligneux se ferme antérieurement de façon, qu'à la base du pétiolule, *il devient complètement circulaire*.

Dans le sommet du rachis principal, les cercles basilaires des deux pétiolules terminaux s'unissent latéralement pour n'en plus former qu'un seul à l'intérieur duquel se retrouvent *temporairement* les faisceaux des régions de contact de ces deux cercles.

Dans l'entre-nœud suivant, ce cercle unique s'aplatit, puis prend une forme triangulaire à pointe antérieure.

Les cercles rentrants des pétiolules inférieurs s'accolent tangentiellement aux côtés du triangle précédent et il se forme de nouveau un

cercle de faisceaux à l'intérieur duquel s'isolent *d'une façon permanente* un ou deux faisceaux suivant les niveaux.

L'insertion des deux pétiolules inférieurs rappelle celle du *Stangeria paradoxa* ; elle se fait *sur la face antérieure du rachis principal, de chaque côté de sa ligne médiane et immédiatement au-dessous de la deuxième paire*. Leurs cercles de faisceaux, tout en s'accolant latéralement l'un à l'autre, se rapprochent du système préexistant dans le rachis principal et déterminent ainsi la formation d'un *cercle externe de faisceaux à l'intérieur duquel s'en trouve un second qui est légèrement excentrique et enserre lui-même à son intérieur un faisceau représentatif d'un troisième cercle*.

C'est là une disposition en tous points semblable à celle de l'*Angiopteris evecta*.

§ 2. — *Discussion*

I). — L'étude du parcours des faisceaux dans le pétiole montre que les cordons libéro-ligneux y ont une course très variable suivant les niveaux considérés et suivant les espèces.

On pourrait par suite être amené à penser que la connaissance de ce parcours est sans intérêt, non plus que celle des unions ou des divisions fasciculaires ; mais il n'en est plus de même si, au lieu des cordons libéro-ligneux, on considère les *pointements trachéens* de ces cordons.

Ces derniers en effet, en venant fournir des indications précises sur la valeur réelle des réunions et des divisions de faisceaux, *en distinguant les simples accolements des véritables fusions*, permettent de dégager dans le système fasciculaire des rachis une forme simple qui semble générale, non-seulement dans un même genre (*Cycas*, par exemple), mais aussi dans plusieurs genres différents (*Cycas*, *Dioon*, *Ceratozamia*, certains *Macrozamia* et quelques *Zamia*).

Je crois donc que l'*unité fasciculaire véritable est représentée, non par le* CORDON LIBÉRO-LIGNEUX, *mais par le* POINTEMENT TRACHÉEN. Le parcours des pointements trachéens doit, par suite, être toujours préféré au parcours des cordons ou des faisceaux compris dans le sens habituel de ces mots.

II). — L'arc pétiolaire des Cycadacées subit dans la plupart des genres des modifications plus ou moins considérables que j'ai attribuées à des *plissements longitudinaux*.

Le cas le plus simple est représenté par la forme classique dite en Ω qui se trouve dans les genres *Cycas* et *Dioon*, par exemple.

Dans la plupart des autres genres, cet arc présente en outre des plissements secondaires plus ou moins complexes, de telle sorte que la forme classique y est le plus souvent profondément altérée.

Or, les formes extrêmes ainsi produites, bien que très différentes les unes des autres, sont reliées par des formes intermédiaires qui, par leur nature, semblent indiquer que le mériphyte s'est compliqué dans des sens différents suivant les genres.

Ce sont ces variations dont je chercherai, dans la discussion suivante, à établir la nature et les causes.

A). — *L'arc pétiolaire considéré dans ses rapports avec l'insertion des folioles*. — La position d'insertion des folioles a une influence notable sur la forme de l'arc pétiolaire.

En effet, lorsque *l'insertion est latérale*, la direction des traces foliolaires rentrantes est différente de celle qu'offrent les branches radiales dans le pétiole, de telle sorte que celles-ci sont nettement distinctes des bandes réceptrices (Ex. : *Cycas revoluta*, *Dioon edule*).

Si, au contraire, *l'insertion des folioles est antérieure ou seulement antéro-latérale*, les traces rentrantes se placent en avant des branches radiales et plus ou moins directement dans leur prolongement, de telle façon que ces dernières ne se distinguent plus aussi facilement des bandes réceptrices (Ex.: *Ceratozamia Katzeriana*, *Macrozamia Peroffskyana*).

La façon dont se fait l'insertion antérieure des premières paires inférieures foliolaire et pétiolulaire du *Stangeria paradoxa* et du *Bowenia spectabilis* répond, à certains points de vue, à un autre ordre de faits que j'examinerai plus loin.

Néanmoins, je crois bon de signaler dès maintenant l'analogie de forme que présenterait le mériphyte du *Macrozamia Peroffskyana* avec celui du *Bowenia spectabilis* si, dans la première de ces espèces, les traces foliolaires rentrantes prenaient, comme chez les *Encephalartos* ou même comme chez certains *Macrozamia*, une forme à peu près circulaire grâce à un rebroussement de leurs marges, et si, simul-

tanément, elles subissaient un accolement, d'une part avec les bandes réceptrices, d'autre part avec la région du pli inverse de l'arc externe. De cette façon, en effet, l'arc externe du *Macrozamia Peroffskyana*, arrivant à se fermer antérieurement, ressemblerait au cercle externe du *Bowenia spectabilis*, tandis que les demi-arcs internes et les branches radiales formeraient à son intérieur, d'une part le cercle interne, et, d'autre part les faisceaux centraux représentatifs d'un 3e cercle.

B). — *L'arc pétiolaire considéré indépendamment de la position d'insertion des folioles.* — L'existence de plis longitudino-latéraux est presque générale chez les Cycadacées.

L'influence de ces plis aboutit à des effets variables suivant qu'elle agit seule ou presque seule comme *dans les types à Ω simple*, ou suivant qu'elle se combine avec des influences d'une origine différente comme *dans les types à mériphyte complexe.*

α) Dans le premier cas, si l'action latérale de ces plis est très faible, l'*arc pétiolaire est à peine plissé*, et si, entre autres, ce fait coïncide avec l'insertion antérieure ou antéro-latérale des folioles, l'*arc prend sa forme la plus simple* (Ex. : *Zamia integrifolia).*

Sous une action plus intense, mais encore uniquement latérale des plis longitudino-latéraux qui les refoulent vers l'intérieur, les branches radiales plus ou moins développées peuvent arriver à se mettre en contact l'une avec l'autre dans le plan médian et leurs faisceaux constituants peuvent *s'y accoler par leurs portions ligneuses centripètes opposées* (Ex.: *Cycas circinalis).*

Si cette action refoulante des plis longitudino-latéraux vient à s'exercer en même temps vers les régions postérieure et antérieure du pétiole, *les branches radiales sont très développées*, les plis directs postérieur et antérieur qui les mettent en rapport soit avec les demi-arcs internes, soit avec les bandes réceptrices, sont très accentués et très éloignés l'un de l'autre (Ex. : *Cycas revoluta, Dioon edule).*

Si l'action refoulante se trouve localisée vers les plis directs postérieurs et si d'autre part l'arc externe prend un grand développement, les extrémités de ce dernier se trouvent ramenées en avant de telle façon que le pli inverse qui marque leur réunion avec les demi-arcs internes est *très rapproché des bandes réceptrices* (Ex. : *Macrozamia Peroffskyana).* Ce cas semble coïncider avec une insertion très antérieure des folioles.

6) Dans le second cas, c'est-à-dire dans les types à mériphyte complexe, les effets des plissements longitudino-latéraux se montrent à peu près comparables à ceux du cas précédent. Néanmoins, ils y prennent un caractère particulier qui est dû non seulement à la présence de *plissements secondaires* généralement absents chez les types à mériphyte simple, mais aussi à l'action combinée d'une série de plissements d'origine différente qui sera étudiée plus loin.

C'est ainsi que chez certains *Encephalartos*, les plis longitudino-latéraux peuvent montrer une action refoulante telle que les plis directs postérieurs arrivent à *intercaler leurs faisceaux entre ceux de la région médiane de l'arc externe* (Ex. : *E. horridus*).

D'autre part, la présence de plissements secondaires a pour effet, ou bien de *faire passer certains des faisceaux intermédiaires des branches radiales au milieu des demi-arcs interne* (1), ou bien de rejeter dans *la région antérieure du pétiole d'autres faisceaux situés dans les plis directs antérieurs* là où se trouve la réunion des bandes réceptrices avec les branches radiales correspondantes (Ex. : *Zamia muricata*, *Encephalartos horridus*). C'est à cette dernière catégorie de plissements qu'est dûe la formation du système fasciculaire antérieur de la base du pétiole chez le *Ceratozamia mexicana*.

C). — *Intervention des plissements des traces foliolaires rentrantes.* — La forme complexe de l'arc pétiolaire, telle qu'elle a été relevée chez quelques *Macrozamia*, chez certains *Zamia* et chez les *Encephalartos*, est dûe à l'action combinée de ses plissements longitudino-latéraux propres avec celle de plissements comparables qui se produisent *aux dépens des traces foliolaires rentrantes.*

On a vu en effet que la complication de l'arc des traces foliolaires rentrantes consiste surtout dans l'accentuation de sa concavité et dans l'*incurvation de ses bords vers la face antérieure* de la foliole. Or, cette incurvation produit des effets variables suivant les différents genres : chez certains *Macrozamia*, elle aboutit constamment à la formation dans le rachis de *bandes antérigures inverses* d'aspect régulier ; chez les *Zamia* et les *Encephalartos* au contraire, et avec une complication

(1) L'intercalation de ces faisceaux au milieu des demi-arcs internes est un fait de même ordre que l'intercalation précédente des faisceaux situés sur les plis directs postérieurs au milieu de l'arc externe.

progressive de l'un à l'autre genre, il y a de la même façon formation de *faisceaux antérieurs qui prennent des positions quelconques* dans le segment médullaire antérieur du pétiole. En tous cas, dans tous ces genres, l'ensemble des faisceaux ainsi ramenés en avant constitue *un système fasciculaire antérieur* qui, à première vue, semble totalement indépendant de l'arc normal.

Mais les complications dûes à la rentrée des arcs foliolaires ne résultent pas toujours uniquement de la présence de leur système antérieur. En effet, il peut arriver que ceux des faisceaux foliolaires rentrants, qui ont pris tout d'abord une place normale sur les bandes réceptrices, se comportent, eux aussi, d'une façon en apparence anormale. Plusieurs cas peuvent alors se présenter et le seul fait sur lequel je désire surtout insister ici est, en ce qui concerne ces faisceaux, *leur passage direct aux extrémités de l'arc externe* qu'ils accroissent sans passer par les branches radiales et les demi-arcs internes.

Ce dernier fait, ajouté au précédent, semble indiquer que les complications produites lors de la rentrée des traces foliolaires, ne sont pas simplement la conséquence de l'intensité variable des plissements de l'arc pétiolaire qui renferme ces faisceaux, mais qu'elles répondent plutôt à la présence *d'un pli longitudino-latéral distinct de celui du rachis et qui affecterait les traces foliolaires rentrantes.*

Ces traces pourraient alors être considérées comme *des traces pétiolulaires ayant, elles aussi, la forme en* Ω.

On s'expliquerait ainsi pourquoi les faisceaux rentrants de la trace T (fig. 112, pl. VII) rejoignent l'arc P en des points divers ne correspondant pas exclusivement aux bandes réceptrices de ce dernier. En effet, dans cet accolement des arcs foliolaire et pétiolaire tous deux également pourvus de plis longitudino-latéraux, on comprend que les plis qui se font vis à vis viennent à se rencontrer, à se fusionner et à permettre ainsi aux faisceaux marginaux de l'arc externe, *e'*, de la foliole de passer directement sur l'arc externe, *e*, du pétiole.

La portion de la trace T qui ne prend pas une part immédiate à ces accolements poursuit ultérieurement un trajet régulier vers les branches radiales de l'arc P, ou bien entre en relation avec les traces inférieures suivantes.

III. — L'insertion antérieure des pétiolules inférieurs du *Bowenia spectabilis* et des folioles également inférieures de la feuille du *Stange-*

ria paradoxa paraît indiquer une tendance générale de la feuille à la peltation. C'est là un fait qui est simplement analogue à celui que présente la feuille sorifère de certains *Ophioglossum* ou des *Aneimia*.

Mais il ne semble pas qu'on puisse pour cela assimiler réellement entre eux ces organes qui, de l'avis de tous les auteurs, sont totalement différents.

IV. — La ressemblance de l'arc pétiolaire du *Bowenia spectabilis* avec celui de l'*Angiopteris evecta* semble de même, à première vue, sans importance au point de vue des relations de parenté ; elle paraît n'avoir que la valeur d'une simple analogie. Cependant, si l'on rapproche ce fait de celui que fournit le mode de développement *schizogène* des canaux gommifères, on peut se demander s'il n'y aurait pas là, comme un rappel de forme ancestrale, une nouvelle preuve de l'affinité que d'autres raisons plus puissantes paraissent indiquer des Cycadacées avec les Marattiacées. Et, dès lors, il y aurait lieu de rechercher si, dans le parcours des faisceaux de ce dernier groupe, il ne se trouverait pas des indications précieuses pour arriver à élucider ce point délicat.

V. — J'ai montré plus haut que la disposition finale du système glandulaire était en général en rapport assez étroit avec la forme du mériphyte lui-même et que, dans tous les cas, les plissements qui affectent ce dernier ont aussi leur répercussion sur le réseau gommifère.

Il s'en suit que, à ce point de vue déjà, ce réseau montre une certaine valeur générique ou au moins spécifique.

Mais, d'autre part, la nature et l'importance du réseau présentent, d'un genre et d'une espèce à l'autre, des variations telles qu'elles peuvent avoir, elles aussi, une réelle valeur systématique.

VI. — Le tissu de transfusion a été l'objet d'une étude récente et particulièrement intéressante de la part de Worsdell (89). Je n'ai pas cru devoir revenir sur ce sujet.

Le bois centripète de la feuille des Cycadacées mérite une attention toute spéciale, mais les résultats de mes recherches sur la valeur de cette formation, ne me permettent pas de donner, du moins quant à présent, une opinion ferme à cet égard.

DEUXIÈME PARTIE

LA FLEUR

HISTORIQUE

Les recherches anatomiques de la fleur n'ont d'abord été envisagées qu'en vue de déterminer la position réelle de cet organe au sommet de la tige. Bien que n'ayant pas abordé ce sujet, je crois utile, en me servant des observations du Comte de Solms-Laubach (**73**), de donner ici un aperçu de la question qui a été définitivement résolue par cet auteur.

Karsten (*Organographische Betrachtungen der Zamia muricata*, 1856) dit que l'appareil reproducteur termine le développement de l'axe primaire mais non la vie de la plante, puisque sur le côté du bourgeon terminal floral, il apparaît un axe secondaire à l'aisselle de la dernière écaille. Cependant, comme l'a fait remarquer de Solms-Laubach dans un travail ultérieur, une chose reste obscure dans cette exposition des faits, c'est de savoir si le bourgeon végétatif continuant le sympode est formé aux dépens de son article terminal ou bien aux dépens de son article basal; cela est très important puisque, dans le dernier cas, le sympode-fleur formerait une ligne latérale du sympode végétatif, tandis qu'au contraire dans le premier cas, il en formerait une partie intégrante intercalée dans la série d'articles.

METTENIUS *(Beiträge zur Anatomie der Cycadeen, 1860)* donne la section transversale d'une tige du *Dioon edule*. Il y figure, dans la moelle, un cercle de faisceaux et indique que ce cercle d'une part se rend dans l'axe d'une fleur, tandis que d'autre part il rejoint la couronne de la tige. L'indication de cette structure n'est accompagnée d'aucune conclusion de la part de l'auteur.

DE BARY *(Notigen über die Blüthe einiger Cycadeen, 1870)*, semble convaincu du caractère latéral de la fleur de toutes les Cycadacées sauf pour les *Cycas* et BRAUN, tout en se bornant à rapporter les différentes opinions précédentes dit qu'on ne peut considérer comme indubitablement terminale que la seule fleur femelle des *Cycas*.

SACHS (*Lehrbuch der Botanik, 1874)*, émet l'opinion qu'il pourrait y avoir, lors de la floraison des Cycadacées, une ramification en fourche de la tige.

WARMING *(Undersogelser og Betragninger over Cycadeerne, 1877)*, dit que la fleur du *Ceratozamia longifolia* est terminale ; elle est peut-être fournie par une dichotomie, mais elle n'est pas latérale. Il ajoute que la fleur femelle des *Cycas* étant également terminale, il est permis de supposer que toutes les fleurs des Cycadacées sont terminales sur les axes principaux d'un sympode.

Enfin, le COMTE DE SOLMS-LAUBACH *(Die Sprossfolge der Stangeria und der übrigen Cycadeen, 1890)*, dans un remarquable travail, est conduit, par considération purement anatomique, à trancher la question si débattue de la situation de l'axe floral chez les Cycadacées. Sa conclusion est que, même dans la structure interne de l'axe, on retrouve la disposition sympodiale indiquée par l'extérieur de la plante.

J'arrive maintenant à la structure de la fleur proprement dite dont les travaux sont généralement plus récents.

Je ne retiendrai du travail de M. VAN TIEGHEM sur l'*Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Gymnospermes (1868)*, que ce qui a trait aux Cycadacées. Cet auteur ne donne que quelques lignes de texte, mais, par une série de coupes transversales pratiquées à des niveaux divers du pédicelle de l'écaille ovulifère chez quelques espèces, il établit que, malgré la présence chez le *Zamia* et le *Macrozamia* de faisceaux supérieurs à trachées tournées vers le bas, l'organe n'a qu'un seul plan de symétrie. Il montre en outre qu'il en est de même

pour l'ovule et que celui-ci est par conséquent de nature appendiculaire.

Je montrerai plus loin que l'innervation des ovules n'est généralement pas aussi simple et aussi régulière que l'a indiqué cet auteur.

Dans le mémoire que j'ai signalé précédemment, le Comte de Solms-Laubach (1890) n'aborde que d'une façon incidente l'anatomie générale de la fleur. Il y dit, par exemple, que la couronne libéro-ligneuse axiale des *Ceratozamia* devient de plus en plus régulière à mesure qu'on monte vers le haut et il ajoute que le parcours ascendant rectiligne des faisceaux qui rayonnent de cette couronne pour sortir dans les étamines, est un rappel de l'organisation ancienne.

Je reviendrai d'ailleurs sur cette question dans ma discussion critique.

Thibout (*Recherches sur l'appareil mâle des Gymnospermes, 1896)* se livre à une étude fort détaillée de l'appareil mâle des Cycadacées; il signale entre autres, en relevant le parcours des faisceaux, la présence d'éléments isolés situés dans la moelle en avant des faisceaux réparateurs. Il les désigne sous le nom de *trachéides annexes*, mais ne semble pas leur reconnaître la valeur de bois centripète.

Le Dr Scott, *(The anatomical characters presented by the peduncle of Cycadaceae*, 1897) a étudié les axes floraux du *Stangeria paradoxa*, du *Ceratozamia mexicana*, du *Bowenia spectabilis* et du *Zamia Loddigesii*. Ses descriptions portent surtout sur la présence fréquente du bois centripète et sur le caractère primitif de cette formation qui, selon lui, indique des affinités avec les fossiles Lyginodendrées et Peroxylées. Les faisceaux corticaux primaires concentriques du pédoncule du *S. paradoxa* lui semblent aussi être un reste d'organisation ancestrale.

Worsdell *(The vascular structure of the Sporophylls of the Cycadaceae, 1898)* relève assez brièvement la structure des « *sporophylls* » dans un grand nombre d'espèces diverses. Il me semble superflu de donner ici une analyse de chacun des types étudiés, mais préférable de revenir, soit dans le cours de mes descriptions, soit dans mes conclusions sur les précieuses observations de cet auteur. Aussi bien, m'interdisant de reprendre des détails qui ne feraient que confirmer les siens, je m'étendrai surtout sur les points qu'il n'a pu vérifier ou sur la structure d'échantillons qui n'ont pas encore été touchés.

Comme conclusion générale, Worsdell admet comme probable que le sporophylle des Cycadacées est un organe foliaire plus primitif que la feuille végétative et dans lequel la présence de faisceaux concentriques représente un vestige d'organisation ancienne.

Dans une seconde publication parue un peu plus tard *(Contributions to the comparative anatomy of the Cycadaceae, 1901)* et dans laquelle il étudie surtout l'anatomie de jeunes tiges du *Bowenia spectabilis* et du *Cycas Seemanni,* le même auteur donne en outre quelques détails intéressants sur l'axe floral mâle de l'*Encephalartos lanuginosus* et du *Ceratozamia latifolia.* Les cordons extérieurs à la couronne centrale du cône de la première espèce sont nettement homologués aux cordons concentriques qui se trouvent en dehors du cylindre central dans la région du nœud primaire de l'axe végétatif des *Cycas, Encephalartos* et *Macrozamia.* Les faisceaux médullaires de l'axe floral du *C. latifolia* représentent un anneau central réduit ayant le caractère médulloséen.

Oliver *(The ovule of the older Gymnosperms, 1903)*, est amené à propos d'une étude sur la structure de quelques graines gymnospermes paléozoïques, à suivre entre autres le parcours des faisceaux dans l'ovule du *Cycas Rumphii;* il en déduit que les ramifications de faisceaux observées à la chalaze semblent faire supposer que toute la masse de l'ovule qui se trouve au-dessous du niveau auquel le nucelle devient libre est phylogénéticalement plus jeune que la région apicale, et qu'entre l'ovule primitif et son insertion, une nouvelle région s'est intercalée.

Enfin, je citerai une courte note que j'ai moi-même publiée récemment *(Une anomalie de structure dans l'écaille ovulifère du Ceratozamia mexicana, 1903)*. J'y signale la présence de cordons libéro-ligneux postérieurs à l'arc normal dans le pédicelle d'une écaille ovulifère du *C. mexicana*, et je l'attribue à une coalescence d'organes dont les marges voisines seraient recourbées vers l'extérieur.

CHAPITRE I

Genre CYCAS, Linn.

ÉCAILLE OVULIFÈRE

Si l'appareil mâle de ce genre ne s'éloigne pas comme forme de celui des autres Cycadacées, il n'en est pas de même, comme on le sait, pour l'appareil femelle.

En effet, les *Cycas* n'ont pas de cône femelle proprement dit, et leurs écailles ovulifères, intercalées par verticilles au milieu des feuilles végétatives, ne sont pas insérées sur un pédoncule propre.

En outre, et ici je ne fais que rappeler ce qui a été dit déjà par d'autres auteurs, la spécialisation moins accusée de ces écailles leur a laissé un aspect plus primitif qui permet facilement de deviner une ressemblance étroite avec les feuilles ordinaires. En même temps, le nombre d'ovules supérieur à deux qu'elles portent semble les éloigner des écailles ovulifères des autres genres.

On y remarque une portion terminale stérile plus ou moins lamelleuse dont les marges sont occupées par des digitations d'importance variable suivant les espèces. Ces digitations représentent soit des folioles avortées, soit des fasciations de folioles. Nous verrons dans la suite quelle valeur doit être attribuée aux ovules qui occupent sur l'axe support une position analogue à celle qu'auraient les folioles absentes.

§ 1. — *Cycas neo-caledonica*, Lind. (Pl. X)

Appareil libéro-ligneux. — a) Le système libéro-ligneux de l'écaille ovulifère de cette espèce est remarquable par la nature et l'importance des déformations qui affectent certains de ses faisceaux constituants.

Le faisceau de la pointe terminale du limbe stérile, très large, montre une portion ligneuse à éléments centripètes plus ou moins

dispersés. La présence de deux pointements trachéens distincts y indique en outre une dichotomie en voie de préparation.

En descendant dans l'écaille, ce faisceau réunit ses deux pointements en un seul, puis s'incurve peu à peu de façon à ramener vers la partie antérieure ses bords qui reçoivent de chaque côté les faisceaux représentatifs des deux paires foliolaires suivantes. Un plissement latéral, manifeste dès le sommet et de plus en plus accentué, coupe ce faisceau en trois parties dont les deux latérales s'écartent de la médiane et forment avec celle-ci un angle assez ouvert à sommet postérieur. Le cordon médian, d'abord en demi-cercle, semble subir pendant quelque temps encore les effets du plissement longitudino-latéral précédent, car il continue à se resserrer latéralement jusqu'à prendre une forme exactement concentrique en isolant en avant de lui une masse fasciculaire *a* (fig. 146, pl. X).

A ce niveau, l'arc libéro-ligneux de l'écaille se trouve donc représenté par ce faisceau médian et par les deux latéraux détachés de lui.

Le même état subsiste dans toute la portion stérile du limbe à cette différence près que les faisceaux représentatifs des folioles suivantes viennent se mettre dans le prolongement de l'arc ainsi trifasciculé ou s'accole à ses cordons latéraux.

Le cordon *a*, prenant une importance de plus en plus grande, s'étale transversalement et se détache complètement du faisceau postérieur concentrique qui, d'ailleurs, se termine en pointe libre à la base de la portion stérile.

L'arc libéro-ligneux du limbe se compose bientôt de huit à dix faisceaux disposés sur un arc très ouvert et qui, par accolement réciproque de certains d'entre eux, se réduit à six dans la région de transition avec le pédoncule ovulifère.

Dans cette même région, la portion centripète de chacun de ces faisceaux devient plus compacte que dans le limbe où les éléments parfois fort dispersés passaient nettement à un tissu de transfusion latéral. D'autre part, le bois secondaire centrifuge, apparu dès la région supérieure du limbe y est bien représenté. Il augmentera rapidement d'importance dans la portion ovulifère puis prédominera dans la base du pédoncule à mesure que s'éteindra graduellement le bois primaire centripète.

Certains de ces faisceaux présentent sur leur côté externe, et en

contact intime avec leurs bandes libériennes primaires écrasées, *un ou deux petits cordons libéro-ligneux inverses* qui, vraisemblablement, sont analogues à ceux que Worsdell a rencontrés dans les mêmes conditions chez le *Cycas revoluta*, Thunb. Ils sont entièrement secondaires et leur zône cambiale spéciale se montre, à certains niveaux, en continuation directe avec la zône cambiale des faisceaux normaux dont les marges se recourbent en arrière.

b) La trace ovulaire, considérée sur une section transversale prise au-dessous de l'insertion de la graine sur le pédoncule ovulifère montre (fig. 147) une demi-couronne de faisceaux tégumentaires *ft* auxquels s'adjoignent trois ou quatre cordons *fn* qui ont réuni les faisceaux du système périnucellaire.

Ces derniers, très grêles et parfois de forme concentrique, rejoignent *séparément* les faisceaux tégumentaires ou s'intercalent entre eux. Ceux-ci, par suite de leur disposition sur un demi cercle, sont très arqués.

D'autre part, ils présentent contre leur face externe de *nombreux cordons inverses i*. Ces derniers, après une condensation plus grande de tout le système, arrivent à se fusionner en *une bande secondaire inverse et postérieure* (fig. 148, *bi)* qui reste assez intimement accolée au liber primaire écrasé des faisceaux normaux. Les éléments vasculaires de cette bande postérieure sont secondaires et je n'ai pu y distinguer nettement aucun élément primaire certain caractérisé (fig. 150).

Aux extrémités de ces faisceaux larges, la zône cambiale inverse se montre comme prolongeant directement la zône cambiale normale ; c'est là un fait qui prouve qu'on est en présence *d'un plissement de cette dernière* et que, d'abord localisée aux bords de chaque faisceau, elle a fini par gagner sa face dorsale contre laquelle elle subit des fractionnements divers.

Le bois secondaire centrifuge de la bande normale est *moins compact* que celui de la bande externe ; il est en outre accompagné antérieurement d'éléments centripètes nombreux (fig. 150, *bp*) et de pointements trachéens bien distincts, ce qui manque dans la bande inverse.

A mesure qu'on descend dans le pédoncule ovulifère, les faisceaux de la trace ovulaire se rapprochent les uns des autres et s'accolent par

leurs marges, mais en restant toujours orientés par rapport à un centre commun spécial qui correspond à l'axe de la graine (fig. 149).

Finalement, ils se réduisent à une masse fasciculaire arquée (fig. 151) dans laquelle la zône cambiale normale et les productions secondaires qui en dérivent se montrent toujours en continuité parfaite avec les formations analogues mais inverses de la région postérieure. A ce moment, la région normale, dont la portion ligneuse centrifuge est très développée, présente en outre deux masses centripètes nettement distinctes et bien développées.

La trace ovulaire ainsi réduite vient se mettre dans le prolongement de l'arc pédonculaire, puis elle se rapproche de sa marge en s'y accolant.

Cet état de choses subsiste dans le rachis jusqu'à l'insertion ovulaire suivante du même côté. A ce moment, une scission s'opère entre les deux pointements trachéens de la première trace ovulaire, et celui qui se trouve le plus rapproché du bord du rachis reçoit la trace ovulaire rentrante ou une fraction de celle-ci.

Dans certains cas, la trace ovulaire ne se condense pas en un seul faisceau, mais en deux faisceaux qui, séparément, agissent de la même façon que l'un des pointements précédents.

La division que je viens de signaler dans la trace ovulaire rentrante est, le plus souvent, accompagnée de nouveaux plissements qui aboutissent à la formation de cordons-libéro-ligneux postérieurs soit concentriques, soit de forme très arquée.

En somme, la trace ovulaire est *bifasciculée*.

Les mêmes phénomènes, avec plus ou moins de complexité suivant les cas, accompagnent chacune des rentrées ovulaires. Il en résulte que dans toute la longueur de la région fertile de l'écaille ovulifère, chacun des faisceaux marginaux de l'arc libéro-ligneux montre toujours des formations inverses semblables à celles précédemment décrites (fig. 152, *Tn*).

Ces mêmes productions existent aussi, mais avec une intensité beaucoup moindre, contre des faisceaux intermédiaires de l'arc. Elles offrent alors une disposition analogue à celle des bandes inverses relevées plus haut dans la région terminale.

Dans tous les cas, qu'elles soient ou non isolées en dehors des faisceaux, que leur présence soit directement liée ou non avec l'existence

de formations semblables dans les traces ovulaires, elles sont toujours dûes au plissement de la zône cambiale normale.

A peu de distance au-dessus de la base du pétiole de l'écaille, l'arc libéro-ligneux ne comprend plus que quatre gros faisceaux très rapprochés (fig. 153) dans lesquels les formations ligneuses secondaires normales présentent un très grand développement. Les formations postérieures inverses y ont presque complètement disparu et il n'en subsiste plus qu'une faible quantité sur le bord externe de chacun des faisceaux marginaux. A ce niveau, le bois centripète est encore bien représenté ; il ne disparaît que plus bas.

§ 2. — *Cycas circinalis*, Linn. (Pl. X)

Appareil libéro-ligneux. — L'écaille ovulifère du *C. circinalis* rappelle beaucoup celle de l'espèce précédente ; elle est cependant plus robuste et la portion limbaire stérile montre des pointes marginales mieux caractérisées.

a) Son système libéro-ligneux ne diffère pas non plus sensiblement de celui du *C. neo-caledonica*, tant au point de vue de son allure qu'à celui de sa structure.

Le pli longitudino-latéral qui caractérise la feuille végétative, existe encore ici bien que plus effacé. Si, d'une part, son influence semble au début ne se faire sentir que sur le seul faisceau terminal dans lequel elle amène fréquemment la formation d'un cordon concentrique ou demi-concentrique médian postérieur analogue à celui du *C. neo-caledonica*, on en retrouve cependant encore quelque trace plus bas. Elle s'y traduit par la formation d'un léger enfoncement que présentent chacune des branches de l'arc foliolaire.

Dans la région fertile de l'écaille, ce pli semble avoir disparu puisque les faisceaux s'y disposent, au fur et à mesure des rentrées ovulaires, suivant un arc très ouvert antérieurement.

Et cependant, c'est assurément en rapport avec l'existence de ce pli que (fig. 153) de part et d'autre du plan médian et à deux niveaux différents fort espacés, on voit se produire les faits suivants. L'un des faisceaux intermédiaires de l'arc fournit latéralement un petit lobe qui, tournant sur lui-même de 180°, vient se placer *en orientation inverse dans la région antérieure de l'organe*. L'un de ces deux petits cordons,

par un plissement particulier de ses bords, semblable à celui du faisceau terminal du limbe, produit à son tour et dorsalement un petit faisceau concentrique qui subsiste dans toute la longueur du pédoncule.

Ainsi, il se constitue dans l'écaille ovulifère du *C. circinalis* un *système fasciculaire antérieur* (fig. 154, *fa)* analogue comme origine et comme position au système antérieur de certaines feuilles végétatives, de celle du *Ceratozamia mexicana*, par exemple.

Il est possible que ce système ne soit pas toujours restreint à ces deux seuls faisceaux et que le nombre en soit quelquefois augmenté par l'adjonction d'autres lobes, tels que *fa'*, par exemple.

Du reste, cette formation spéciale qui n'a été rencontrée dans aucune des autres espèces du genre, n'est pas non plus générale même dans cette espèce. Je ne l'ai observée que dans trois des huit écailles ovulifères que j'ai eues en ma possession.

Quoi qu'il en soit, je crois devoir lui attacher une certaine importance au point de vue des analogies possibles à établir entre l'écaille ovulifère et la feuille ordinaire des Cycadacées en général.

b) Système libéro-ligneux ovulaire. — Les traces ovulaires, considérées dans leur course verticale descendante au-dessous de l'insertion des ovules, présentent chez le *C. Circinalis* les plus grandes analogies avec ce qui a été décrit chez le *C. neo-caledonica*. Elles montrent les mêmes bandes libéro-ligneuses flanquées des mêmes formations inverses postérieures que chez cette dernière espèce. La disposition de ces bandes libéro-ligneuses sur une ligne circulaire *à partir d'un certain niveau* aboutit encore vers le bas à la constitution d'un faisceau unique marginal dans le rachis et dont la structure est identique à celle qui a été décrite dans l'espèce précédente.

Dans la présente espèce, j'ai pu, grâce à un état de développement moins avancé de la coque, pousser mes investigations à l'intérieur des ovules plus profondément que chez le *C. neo-caledonica* et jusque dans le premier tiers inférieur à peu près.

Une section transversale pratiquée à six millimètres environ au-dessus de la base d'insertion de l'ovule présente (fig. 155) : 1° une couronne libéro-ligneuse périnucellaire très développée et constituée par de nombreux petits faisceaux *fn*, très rapprochés, qui subissent de bas en haut de fréquentes dichotomies; 2° un système tégumentaire ne comprenant que deux faisceaux *ft*, diamétralement opposés.

En descendant, la couronne périnucellaire se condense rapidement

en quatre faisceaux respectivement placés aux extrémités de deux diamètres opposés (fig. 156). Les deux faisceaux opposés *fn*, situés sur le même diamètre que ceux du tégument, tournent sur eux-même de 180° et prennent une *orientation inverse* par rapport à ceux-ci ainsi que par rapport à leurs congénères. Ces derniers se rapprochent de l'axe de l'ovule et s'y unissent, à la base, en un cordon médian concentrique *fc*.

Au niveau d'insertion de l'ovule sur son pédoncule, les faisceaux *fn*, opérant une torsion en sens inverse du précédent *reprennent leur orientation normale* et rejoignent le bord de chacun des faisceaux *ft* correspondants qui, *à partir de ce moment*, grossissent considérablement et *replient dorsalement les marges de leurs zônes cambiales*. C'est là le début des formations postérieures inverses déjà décrites chez le *C. neo-caledonica*. Quant à la distribution des bandes arquées multiples *sur un cercle*, elles se produit plus bas, et rapidement, par divisions successives des deux cordons précédents (fig. 157). Plus inférieurement encore, le cordon concentrique *fc* rejoint l'une quelconque des bandes arquées.

Comme la structure de laquelle je suis parti pour décrire le parcours des traces ovulaires chez le *C. neo-caledonica* était semblable à celle que je viens de donner pour le *C. circinalis*, et comme elle correspondait au même niveau, il est probable qne, dans cette espèce, le parcours et la distribution des faisceaux y sont aussi, dans la base de la graine, les mêmes que pour le *C. circinalis*.

§ 3. — *Cycas revoluta*, Thunb.

Appareil libéro-ligneux. — Worsdell (90) à qui on est redevable de nombreux renseignements sur l'anatomie des organes floraux des Cycadacées, a donné une excellente description du système libéro-ligneux pédonculaire de l'écaille ovulifère chez le *C. revoluta*.

Mes propres recherches confirment ses observations. Je n'en retiendrai donc que ce qui a trait à la comparaison avec les espèces précédentes.

a) La différence la plus notable avec le *C. neo-caledonica* et le *C. circinalis* consiste en la réduction considérable ou même en l'absence de formations fasciculaires inverses sur le dos des faisceaux dans les traces ovulaires.

En outre, contrairement à ce qui se passe dans les espèces précédentes, ces cordons inverses, lorsqu'ils existent dans l'écaille ovulifère, y sont plus fréquemment en connexion avec des faisceaux quelconques de l'arc libéro-ligneux de l'écaille qu'avec les faisceaux marginaux qui résultent de la rentrée des traces ovulaires. En outre, je ne les ai jamais vus se lier directement avec les formations antérieures normales des faisceaux par réversibilité marginale de leur zône cambiale. Il semble donc qu'il y a déjà dans cette espèce une habitude prise plus accentuée et par conséquent plus éloignée du type primitif.

b) Jamais, dans le rachis de l'écaille, il n'y a, comme chez le *C. circinalis*, constitution d'un système fasciculaire antérieur correspondant à l'existence du pli longitudino-latéral, et l'arc libéro-ligneux foliaire, qui comprend huit à dix faisceaux dans la région du limbe stérile, s'y réduit à trois cordons volumineux dans la région inférieure.

c) Le système libéro-ligneux tégumentaire de la graine n'est plus constitué seulement par deux gros faisceaux diamétralement opposés mais par *une couronne de nombreux faisceaux*. Ceux-ci ne se réduisent à deux qu'à la base d'insertion au moment de leur rentrée dans le rachis de l'écaille. Ils reçoivent alors trois faisceaux qui résultent d'une condensation de la couronne périnucellaire. Ces derniers, dont la position et la course descendante vers les deux faisceaux tégumentaires sont analogues à celles des faisceaux de même ordre chez le *C. circinalis,* se distinguent cependant en ce qu'ils prennent généralement une forme concentrique. Les cordons inverses y sont d'observation fréquente ; leur structure a été fort bien décrite et figurée par Worsdell.

§ 4. — *Cycas inermis*, Lour.

Appareil libéro-ligneux. — Dans cette espèce, la disposition du système libéro-ligneux de l'écaille ovulifère est presque identique à celle du *C. revoluta* ; néanmoins, je n'y ai reconnu de formations fasciculaires inverses postérieures ni dans les faisceaux normaux de l'arc, ni dans ceux des traces ovulaires. Je ne puis cependant attribuer leur absence à ce que l'organe étudié était trop peu développé, car l'unique écaille mise à ma disposition semblait au contraire plus âgée que celles du *C. revoluta* sur lesquelles j'ai fait mes recherches.

L'arc du rachis ne présente non plus rien qui soit analogue au système fasciculaire antérieur du *C. Circinalis*.

CHAPITRE II

Genre DIOON, Lindl.

Dioon edule, Lindl. (Pl. X)

ORGANE FEMELLE

Extérieur. — Le cône étudié a été récolté dans les serres du Jardin des Plantes de Caen et, bien que n'ayant pas encore atteint son complet développement, il montre les dimensions suivantes : longueur totale, 45 centimètres, dont 5 pour le pédoncule ; diamètre total de la région moyenne, 17 centimètres, dont 4 cent. 1/2 pour l'axe.

Les écailles ovulifères, en disposition hélicoïdale, sont insérées perpendiculairement sur l'axe. Leur pétiole, arrondi, s'élargit brusquement en un écusson aplati, longuement triangulaire et redressé à angle droit de façon à recouvrir partiellement les écailles voisines supérieures. Au voisinage de sa pointe, cet écusson montre sur ses marges de petites digitations qui représentent des folioles avortées et près de la base desquelles un ou deux faisceaux se terminent en pointe libre. La face externe des écussons et la moitié seulement de leur face interne sont revêtues d'un épais feutrage de longs poils bicellulaires.

Dans chaque écaille, la région d'union du pétiole et de l'écusson présente inférieurement un fort renflement ou *talon* à l'intérieur duquel l'arc de faisceaux descendants de la lame verticale subit une déviation notable en gouttière avant de pénétrer dans le pétiole horizontal.

Contrairement à la plupart des autres genres, la partie terminale du cône, pas plus que la base, ne possède d'écailles coalescentes.

A mesure qu'on se rapproche du sommet du cône, l'angle formé par l'aisselle du pétiole devient de plus en plus aigu. Au sommet même, l'axe floral se termine par une écaille stérile dont l'écusson est

exactement cylindro-conique avec un fort renflement basal qui, comme situation, correspond au talon inférieur des autres écailles.

I. — Écaille ovulifère (1). — *Appareil libéro-ligneux. — a)* La section transversale limite entre le pétiole et l'écusson montre une rangée presque rectiligne de 12 à 15 faisceaux orientés normalement ; les deux extrêmes de chaque côté, qui proviennent des ovules, ont des dimensions plus grandes que les autres. Le bois centripète de ces derniers, bien que faiblement représenté, y est aussi plus abondant que dans les faisceaux intermédiaires de l'arc.

En pénétrant dans l'écusson, les faisceaux de l'arc (abstration faite des gros faisceaux latéraux sur lesquels je reviendrai plus loin), subissent une première et parfois aussi une seconde dichotomie et leurs branches, après avoir subi la déviation en gouttière signalée précédemment, courent à peu près parallèlement entre elles dans l'écusson lamelleux redressé à angle droit. C'est sur les bords de cet écusson que ces faisceaux se terminent en pointe libre l'un après l'autre en commençant par les marginaux ; dans quelques cas, surtout vers le sommet, cette terminaison n'a lieu qu'après une nouvelle dichotomie qui s'opère à quelque distance des bords.

La réduction de l'arc fasciculaire vers le bas dans le pétiole se fait presqu'exclusivement par *accolement avec le faisceau sub-marginal fsm des petits faisceaux voisins plus intérieurs* descendus de l'écusson (fig. 158. pl. X). Cet accolement se produit d'ailleurs dès le sommet de la courbure du faisceau *fsm*. Les faisceaux intermédiaires de l'arc ne se réunissent deux à deux que beaucoup plus tard et, le plus souvent, seulement après leur rentrée dans l'axe floral.

Finalement, la base du pétiole ne présente plus que 8 à 10 faisceaux dans lesquels le bois centripète a disparu par réduction progressive. Inversement, le bois centrifuge y est abondant; il est disposé en séries rayonnantes compactes souvent dépourvues de rayons de faisceaux.

(1) Dans cette espèce comme dans toutes les suivantes, je n'ai pas décrit l'appareil libéro-ligneux des écailles ovulifères suivant le mode général adopté dans ce mémoire. J'ai pensé que, pour mieux faire comprendre les faits de réduction et de spécialisation qui caractérisent le sommet de ces organes, il était préférable de suivre la course des faisceaux à partir d'un niveau comparable dans tous les cas et correspondant à la base de l'écusson, pour partir ensuite d'une part vers le haut dans l'écusson, d'autre part vers le bas dans le pétiole.

b) La graine présente toujours, comme précédemment, une double couronne, tégumentaire et périnucellaire. La couronne périnucellaire se réduit à sa base à un seul cordon qui rejoint l'un des faisceaux de la partie de la couronne tégumentaire qui est distale par rapport au plan médian de l'écaille. Les faisceaux de cette dernière se fusionnent eux-mêmes en deux cordons, distal et proximal, dont l'un deviendra sub-marginal (fig. 158, *fsm)* dans le pétiole, et l'autre marginal *(fm)*. De ces deux cordons qui, en raison de la position renversée de l'ovule, forment une courbe prononcée pour rentrer dans le pétiole, l'un, le sub-marginal *fsm*, reçoit un certain nombre de petits faisceaux descendus du bord correspondant de l'écusson, l'autre, le marginal, reste au contraire indépendant dans tout le pétiole.

La présence de cordons concentriques dans la base de la graine est relativement rare chez le *D. edule*. En tout cas, je n'en ai jamais rencontré dans la couronne tégumentaire.

II. — Axe floral. — *Structure générale.* — Sur l'axe floral, l'épiderme se compose de petites cellules isodiamétriques disposées en files verticales parallèles ; il est dépourvu de poils mais possède quelques rares stomates dans sa partie pédonculaire.

Il n'y a pas d'hypoderme.

Dans la région médiane de l'axe, les cellules de la moelle sont à parois minces, à contours arrondis, et plus grandes que celles de l'écorce dont le contour est polygonal avec méats sur leurs angles,

L'écorce renferme de nombreux canaux gommifères irrégulièrement distribués dans leur ensemble, mais dont la position est en rapport avec celle des arcs libéro-ligneux rentrants. Certains autres canaux qui précèdent les faisceaux rentrants, pénètrent dans la moelle où ils forment un cercle périphérique en avant des faisceaux de l'axe. Ceux-ci, généralement volumineux et élargis dans le sens tangentiel, sont disposés sur une couronne régulière.

Course des faisceaux. — L'écaille stérile terminale, circulaire, montre dans toute sa longueur cinq faisceaux de valeur égale disposés suivant les sommets d'un pentagone régulier et alternes avec autant de canaux gommifères tous plus extérieurs.

La même structure subsiste, dans l'axe floral, sur un trajet vertical d'environ 15 millimètres. Une coupe pratiquée à ce niveau montre

en outre un certain nombre d'arcs libéro-ligneux qui rentrent obliquement. Chacun d'eux comprend de 6 à 8 faisceaux, à course descendante presque verticale et dont les marginaux, bien que ne desservant aucun ovule, sont plus volumineux que les intermédiaires. Chaque arc est accompagné d'un certain nombre de canaux gommifères qui sont régulièrement disposés, les uns en dedans, les autres en dehors des faisceaux et tous alternes entre eux.

La présence à ce niveau d'un parenchyme fondamental homogène à petites cellules polygonales et à tout petits méats semble indiquer que l'accroissement intercalaire y a été très faible ou, peut-être, que cette portion de l'axe n'est dûe qu'à une simple coalescence des bases pétiolaires des écailles stériles terminales. En effet, en descendant, on remarque que l'apparition, au centre de l'axe, d'un tissu nettement différent, composé de cellules arrondies et beaucoup plus grandes que les précédentes, correspond, d'une part, à des unions répétées de faisceaux voisins dans chacune des traces, y compris la trace pentagonale terminale d'apparence axiale et, d'autre part, à leur rangement en couronne régulière autour de ce tissu d'aspect médulloïde. Dans cette couronne, d'abord composée de nombreux petits faisceaux, les traces descendantes, bien que difficiles à suivre, restent quelque temps distinctes les unes des autres.

Peu à peu, tandis que se produisent l'augmentation diamétrale de la moelle, et consécutivement celle de la couronne, les faisceaux des écailles successives s'accolent entre eux et constituent une couronne régulière de gros faisceaux caulinaires.

A partir de ce niveau, ces derniers prennent une course légèrement sinueuse compliquée par la présence de divisions et anastomoses fréquentes sans rapport discernable avec la disposition phyllotaxique des écailles (fig. 169).

Dans le sommet du cône, c'est-à-dire au niveau d'insertion des écailles stériles, les traces rentrantes se réduisent chacune à *trois faisceaux au moins* et ceux-ci s'unissent de façon quelconque avec ceux des traces voisines. Au contraire, dans la région moyenne, là où les écailles sont à leur état normal, c'est-à-dire fertiles, les traces rentrantes sont *bifasciculées* et leur accolement se fait, soit sur un même faisceau de la couronne, soit sur deux faisceaux distincts (fig. 159).

Dans la base du cône, la rentrée des faisceaux et leur mise en rapport avec ceux de la couronne deviennent fort irrégulières et ce fait correspond à la disposition également irrégulière des écailles stériles inférieures.

La base du pédoncule floral, très rétrécie par rapport au diamètre de l'axe dans la région moyenne du cône, montre une couronne régulière de larges faisceaux normalement orientés (fig. 160). La région corticale y renferme quelques petits cordons libéro-ligneux accouplés par paires ou quelquefois isolés qui, vers le bas, rentrent dans la couronne et s'unissent à ses faisceaux vers le niveau d'insertion du pédoncule sur la tige. Bien que vers le haut, la plupart d'entre eux se terminent en pointe libre dans l'écorce même, il semble évident qu'ils dépendent d'écailles avortées. Ils rappellent en effet, avec une réduction encore plus grande ceux qui se rendent dans les bractées rudimentaires plus ou moins apparentes situées immédiatement au-dessous des écailles stériles inférieures.

Le pédoncule correspond donc à une région de tige dans laquelle il s'est établi un grand accroissement intercalaire et produit un avortement des écailles.

Structure des faisceaux. — Les faisceaux caulinaires sont larges. Chacun d'eux présente plusieurs pointements trachéens dans lesquels les trachées ont été de bonne heure écrasées.

Je n'ai observé en avant des faisceaux de la couronne, aucune de ces *trachées annexes* que Thibout (**77**) a rencontrées dans les organes mâles et que Scott (**69**) a rapportées, avec juste raison, au bois centripète.

Le bois, exclusivement centrifuge par conséquent, est représenté par des éléments disposés en longues lames rayonnantes bi- ou trisériées qui correspondent à chacun des pointements trachéens (fig. 161). Ces lames se composent, en allant de l'intérieur vers l'extérieur :

1°. — De trachées, Δ, d'ordinaire écrasées, dont l'unique spire d'épaississement est à tours lâches par suite d'accroissement longitudinal.

2°. — De trachées à trois ou quatre spiricules parallèles dont les tours sont de plus en plus serrés à mesure qu'on s'éloigne du centre de l'organe.

3°. — De vaisseaux réticulés à ornements fins et nombreux.

Les rayons de faisceaux qui séparent les lames ligneuses se continuent sans interruption à travers la zône cambiale ainsi que dans toute la portion libérienne, de telle sorte que celle-ci se trouve composée de lames rayonnantes semblables à celles du bois. Par le fait même de cette disposition, le liber primaire, λ, ne forme plus, comme dans la feuille, une bande de tissu écrasé tangentielle, mais des *saillies rayonnantes intersticielles* dans le parenchyme cortical interne.

Le liber secondaire, l_{II}, est, sur un même rayon, composé alternativement de cellules parenchymateuses et de cellules grillagées qui, sur une section transversale, sont de dimensions à peu près semblables. Ces deux sortes d'éléments ne sont reconnaissables que par la présence dans les cellules grillagées d'un contenu plus clair et plus homogène. Celles-ci présentent en outre sur leurs parois radiales des plages assez régulières de fines ponctuations.

Nous verrons dans la suite que cette structure des faisceaux caulinaires de l'axe floral n'est guère différente dans les autres genres, sauf dans le genre *Dioon* en ce qui concerne la disposition du liber primaire.

CHAPITRE III

Genre CERATOZAMIA, Brongn.

§ 1. — *Ceratozamia mexicana*, Brongn. (pl. X et XI)

ORGANE FEMELLE (1)

Extérieur. — La fleur femelle du *C. mexicana* forme un cône moins allongé, plus régulièrement cylindrique et d'un diamètre plus grand que le cône mâle; ses dimensions ordinaires sont : longueur du cône proprement dit, 26 centimètres; diamètre moyen 11 centimètres.

Le pédoncule, long de 3 centimètres avec un diamètre moyen de 2 centimètres et demi, se rétrécit graduellement jusqu'à son insertion sur la tige; il ne porte aucune bractée mais est tapissé de nombreux poils articulés, bicellulaires et à cellule terminale renflée contenant une secrétion gommeuse brunâtre; ces poils cachent en outre de petites dépressions au fond de chacune desquelles se trouve un stomate.

Les écailles ovulifères de la région moyenne du cône sont insérées par verticilles alternes de quatre à six termes, tandis qu'au sommet et à la base, des coalescences partielles ou totales d'écailles stériles voisines amènent la disposition spiralée.

Ce dernier fait est presque général dans tout le groupe des Cycadacées. Cependant, on verra dans la suite que certaines espèces peuvent montrer une constance absolue dans la disposition verticillée de leurs écailles.

I. — ÉCAILLE OVULIFÈRE. — *Description* — Le pétiole de l'écaille ovulifère, inséré perpendiculairement sur l'axe du cône est nu et il se

(1) Trois cônes femelles ont été recueillis dans les serres du Jardin des Plantes de Caen; l'un d'eux, arrivé à maturité et fécondé, a produit un certain nombre de graines dont les germinations seront étudiées prochainement dans un autre travail.

prolonge par un écusson renflé sur ses deux faces. La partie extérieure libre de ce dernier porte deux cornes caractéristiques du genre. Celles-ci sont de forme aplatie, triangulaires et recourbées vers le bas à leur extrémité ; leurs bases, élargies dans le sens transversal, se réunissent en une crête sinueuse en formant entre les deux cornes une saillie médiane également recourbée vers le bas.

Les écailles stériles de la base et du sommet ont une forme à peu près analogue ; elles y sont simplement de moins en moins volumineuses à mesure qu'on se rapproche des extrémités de la fleur ; les coalescences réciproques y sont fréquentes (1).

A l'exception des cornes, toute la surface de l'écusson est recouverte de nombreux poils analogues à ceux du pédoncule.

Appareil libéro-ligneux. — a) Système de l'écaille proprement dite. — La base de l'écusson présente de 10 à 12 faisceaux dont les uns, plus volumineux et normalement orientés, sont disposés sur une rangée légèrement sinueuse (fig. 165, pl. XI), tandis que les autres, plus petits, beaucoup moins nombreux et à *orientation inverse*, se trouvent *en avant des précédents*.

Il y a donc deux systèmes fasculaires, l'un *postérieur et normal*, l'autre *antérieur et inverse*.

En montant vers le haut (fig. 164, pl. XI), les faisceaux du système postérieur se multiplient par des dichotomies plus ou moins nombreuses, et la rangée qu'ils jalonnent devient de plus en plus sinueuse.

En même temps et très rapidement, les faisceaux du système antérieur tournent individuellement sur eux-mêmes de 180° de façon à prendre une orientation normale (2) et restent pendant quelque temps encore localisés à l'intérieur de la concavité médiane du système postérieur (fig. 163, pl. X).

Peu à peu, à mesure qu'on gagne la base des cornes, les faisceaux antérieurs se rapprochent davantage du système postérieur et s'y intercalent, à droite et à gauche, de chaque côté du groupe formé par les quatre faisceaux médians fortement rejetés en arrière (fig. 162, pl. X). Ces derniers, qui depuis la base de l'écusson sont restés indivis

(1) De semblables coalescences plus ou moins complètes, mais plus rares, peuvent également s'observer entre les écailles fertiles ; j'ai donné récemment la structure spéciale de l'une d'elles (44).

(2) L'orientation inverse des faisceaux antérieurs est indiquée dans la fig. 164 (pl. XI) par un trait discontinu.

et sans relation aucune avec les faisceaux voisins, *se perdent dans la saillie médiane externe de l'écusson*, de telle sorte que celle-ci, autant par sa situation que par l'allure de ses faisceaux, répond vraisemblablement *au sommet d'un rachis très réduit*.

Quant aux deux branches courbes de l'arc total, elles forment un appareil nettement séparé, de chaque côté du groupe quadrifasciculé médian ; leurs faisceaux respectifs se rendent finalement dans les deux cornes externes de l'écusson sur les bords desquelles ils subissent encore une ou deux dernières dichotomies avant de s'y terminer en pointe libre (fig. 164, pl. XI). Ces deux cornes représentent évidemment *une paire foliolaire réduite* et, si on considère les faits de haut en bas, on remarque que ceux de ses faisceaux qui rentrent les premiers se placent, *non dans le prolongement de l'arc du rachis* (saillie externe), *mais en avant de celui-ci* pour y constituer le système fasciculaire antérieur.

J'aurai l'occasion de revenir plus loin sur ce fait.

Reprenant la coupe de la base de l'écusson, on constate que, en descendant dans le pétiole, les faisceaux s'unissent deux à deux, à des niveaux divers, en acquérant des dimensions plus considérables.

Cet état de choses ne persiste d'ailleurs que pendant un trajet relativement court (fig. 164), car dans la moitié supérieure du pétiole, chacun des faisceaux antérieurs inverses rejoint séparément, par un nouveau pivotement axial, l'un des faisceaux postérieurs voisins.

Pendant cette descente, de nouvelles unions successives de faisceaux finissent par produire les quatre gros faisceaux que représente la figure 166 (pl. XI).

Dans l'écaille présente, cette rangée simple reste définitive jusqu'au moment de la rentrée dans l'axe floral, mais dans d'autres écailles, elle m'a montré de nouveaux fractionnements que je crois utile de relever dès maintenant :

Dans certains cas, à quelque distance de la base d'insertion sur l'axe (fig. 167), les quatre faisceaux de l'arc pétiolaire fournissent de petites lobations qui, le plus souvent, viennent simplement se placer, momentanément et en orientation inverse, contre le bord antérieur de chacun d'eux, mais qui quelquefois peuvent se déplacer plus ou moins latéralement et même aller s'unir au faisceau voisin.

C'est ainsi que les cordons i_{I} et i_{II} provenant du faisceau intermé-

diaire i, rejoignent le faisceau extrême e (fig. 168), tandis que i'_{I}, e'_{I}, e'_{II}, e_{I} et e'_{III}, glissant en avant du faisceau qui les a produits, gagnent le bord opposé de ce dernier (i'_{I}, e'_{I}) ou reprennent leur position primitive (e'_{III}, e'_{II}, e_{I},).

Quoiqu'il en soit, il y a finalement reconstition d'un arc simple qui se réduit à deux faisceaux ou même à un seul après sa rentrée dans l'axe floral.

D'autre part, l'étude d'ensemble d'un certain nombre d'écailles fertiles m'a montré que le type de description précédent est sujet à de nombreuses variations d'inégale importance.

Examinons les principales d'entre elles :

1°. — Les faisceaux du système antérieur de l'écusson, au lieu de se réunir aux faisceaux postérieurs dès la partie supérieure du pétiole. peuvent ne le faire qu'à sa base. Leur orientation, généralement inverse, est sujette à des changements momentanés dans le cours de leur trajet à travers le pétiole.

2°. — Le système fasciculaire antérieur peut ne comprendre qu'un seul cordon inverse qui se comporte d'ailleurs comme ceux des cas précédents. Toutefois, il n'est constitué que par les deux seuls faisceaux qui, l'un à droite, l'autre à gauche, rentrent les premiers à la base des deux cornes externes.

3°. — J'ai déjà dit en cours de description que les petites lobations produites aux dépens des faisceaux de l'arc pétiolaire peu de temps avant sa rentrée dans l'axe floral, n'ont été observées que dans quelques écaillles. J'ajoute maintenant qu'elles n'existent jamais que là où le système fasciculaire antérieur inverse de l'écusson a rejoint de bonne heure le système postérieur normal.

Or, en effet, ayant dans un cas, suivi ces lobations, au-dessus du niveau de leur apparition, j'ai pu constater, grâce à l'individualisation persistante de leurs pointements trachéens, que la plupart d'entre elles appartenaient *presqu'exclusivement à des faisceaux du système antérieur* momentanément réunis plus haut au système postérieur. Il semble donc que cette formation basilaire de l'écaille ne soit que le prolongement inférieur du système antérieur et que, par suite, *le cas normal soit celui où ce dernier subsiste jusqu'à la base du pétiole et où les lobations font défaut.*

4°. — Les écailles stériles de la base et du sommet du cône ne montrent le plus souvent aucune trace du système fasciculaire antérieur et leur appareil libéro-ligneux se réduit à un seul arc plus ou moins ondulé dont la simplicité est en rapport avec l'absence de toute fonction reproductrice.

5°. — Enfin, je citerai pour mémoire les cas anormaux décrits par moi dans une note spéciale (**44**), cas dans lequel la présence, vers la base du pétiole, de faisceaux inverses situés *en dehors de l'arc normal*, semble dûe à la coalescence de deux écailles voisines dont les marges se sont repliées vers l'extérieur.

En suivant le développement de l'appareil libéro-ligneux dans les écailles très jeunes, on assiste à la formation progressive d'une structure qui, partant d'un état analogue à celui des écailles stériles, aboutit peu à peu aux différents cas plus complexes des écailles fertiles.

De nombreux canaux gommifères parcourent toute la longueur de l'écaille. Leur position est irrégulière. Les plus proches de l'arc libéro-ligneux apparaissent les premiers ; ils atteignent aussi des dimensions beaucoup plus grandes que ceux situés plus extérieurement.

b). — Système libéro-ligneux ovulaire. — Une section transversale de la région moyenne d'un ovule encore jeune présente deux couronnes libéro-ligneuses, l'une périnucellaire à nombreux petits faisceaux, l'autre tégumentaire composée seulement de 10 faisceaux plus volumineux.

A quelque distance au-dessus de la base d'insertion de l'ovule, les nombreux petits faisceaux de la couronne périnucellaire s'intercalent entre les gros faisceaux de la couronne tégumentaire ou s'accolent avec eux (fig. 169). Il en résulte une couronne libéro-ligneuse unique dont les faisceaux s'unissent rapidement entre eux et se réduisent, au minimum, à quatre qui restent disposés en cercle.

Ce sont ces faisceaux qui, après leur pénétration dans l'écaille (fig. 164, pl. XI), et tout en s'envoyant quelques anastomoses réciproques, se réunissent finalement les uns aux autres pour constituer le faisceau marginal de l'arc pétiolaire.

Structure des faisceaux. — Le *bois centripète, bien développé et compact à la base des cornes*, diminue rapidement d'importance en

descendant et ses trachéides, dispersées dans la région antérieure des faisceaux, passent latéralement à un *tissu de transfusion tf* nettement caractérisé, présent dans tout l'écusson, mais restreint à quelques éléments seulement sur les côtés des faisceaux.

Dans la région moyenne de l'écusson, les faisceaux montrent surtout du bois centrifuge et celui-ci se compose de l'intérieur vers l'extérieur (fig. 170) :

1°. — De trachées primaires, parfois écrasées, à une ou deux spires d'épaississement très lâches ;

2°. — De trachéides *bf* à trois ou quatre hélices fines et serrées ;

3°. — De trachéides à ponctuations légèrement allongées transversalement. Ces éléments, qui sont les derniers formés, ne sont jamais accompagnés de trachéides scalariformes.

Les faisceaux du pétiole sont plus volumineux que ceux de l'écusson et à massifs ligneux multiples (fig. 171). Le bois centripète n'y comprend plus que de très rares éléments isolés antérieurement, et le tissu de transfusion a lui-même disparu.

Leur liber se compose de cellules grillagées et de cellules parenchymateuses alternantes dans le sens radial et peu différentes les unes des autres en section transversale.

A certains niveaux du pétiole, on observe dans certains faisceaux des lobations partielles qui isolent en avant de ceux-ci des masses de trachéides *tr* (fig. 172) ; celles-ci s'éteignent en pointe libre vers le bas. Elles semblent homologuables aux petits cordons libéro-ligneux antérieurs décrits dans l'étude sur la course des faisceaux.

II. — Axe floral. — *Aperçu sur la structure générale.* — Une section transversale de la partie moyenne de l'axe de cône présente un épiderme à petites cellules isodiamétriques, sans poils ni stomates. Il n'y a pas d'hypoderme.

Dans le pédoncule, au contraire, des fibres sclérifiées à contour polygonal, isolées ou réunies en groupes de huit à douze, forment une zône périphérique circulaire de tissu de soutien.

L'écorce de l'axe du cône est parsemée de canaux gommifères. D'autres canaux qui, au nombre de 2 ou 3, accompagnent les traces rentrantes des écailles, se dispersent à la périphérie de la moelle ; puis, certains d'entre eux gagnent sa région centrale tandis que les

autres s'unissent à ceux des rentrées inférieures. Dans tous les cas, ces canaux médullaires sont en nombre restreint ; ils disparaissent avant d'arriver dans le pédoncule soit par terminaison aveugle vers le bas, soit par retour dans l'écorce et celle-ci, par contre, possède désormais un réseau sécréteur serré à mailles très allongées.

L'appareil libéro-ligneux de l'axe floral est constitué par une couronne simple de faisceaux normalement orientés par rapport au centre de l'axe et dont la structure sera examinée plus loin.

Course des faisceaux, — Cet appareil comprend : 1° des faisceaux caulinaires ; 2° des faisceaux anastomotiques ; 3° des faisceaux supplémentaires ; 4° de faisceaux folaires rentrants.

Les deux dernières catégories se distinguent nettement de la première par leurs dimensions moindres.

Quatre faisceaux descendus des écailles stériles concrescentes de la région terminale du cône marquent le début de la couronne axiale (fig. 173, pl. XI). Deux d'entre eux se dédoublent, le premier une fois et le second deux fois, avant la rentrée des traces immédiatement inférieures et donnent soit de nouveaux faisceaux qui restent indépendants *(a* et *b)*, soit de longues anastomoses *(c)*.

Les traces rentrantes suivantes fournissent ou non des faisceaux distincts des précédents, mais dans tous les cas, dès le sommet de la région fertile du cône, *le nombre des orthostiques est inférieur à celui des faisceaux de la couronne* et sans relation définie avec lui. Il en est de même quand un changement de termes a lieu dans la verticillation, car le dédoublement des orthostiques reste toujours en retard sur le dédoublement radial des faisceaux. La course de ceux-ci est légèrement sinueuse mais sans aucune régularité.

Des anastomoses parfois très longues s'observent, dès le sommet de l'axe, entre ces faisceaux ; elles sont surtout nombreuses à partir de la région moyenne (fig. 174).

Au sommet du cône (fig. 173), les traces rentrantes se réduisent le plus souvent à un seul faisceau qui se jette indistinctement à droite et à gauche sur un faisceau de la couronne. Cependant, dans quelques cas, elles montrent au contraire deux faisceaux *(m)* qui rentrent séparément dans la couronne, ou même trois faisceaux *(m')* dont l'un se termine parfois en pointe libre vers le bas.

Dans la région moyenne du cône, les traces rentrantes bifasciculées

sont plus fréquentes (fig. 174) et leurs deux faisceaux se jettent alors à droite et à gauche sur deux faisceaux distincts de la couronne.

On observe enfin, intercalés aux faisceaux de la couronne, de tout petits cordons libéro-ligneux qui se terminent en pointe libre vers le haut ; ce sont ces petits faisceaux que j'ai appelés faisceaux *supplémentaires*. Leur course est généralement verticale, mais parfois ils oscillent à droite et à gauche entre les faisceaux caulinaires qui les enserrent et auxquels ils peuvent s'accoler momentanément *(fs)*. Ces faisceaux sont surtout fréquents dans les régions de rentrée des traces d'écailles ovulifères, mais, malgré les apparences contraires, je les crois sans relation avec ces rentrées. Je ne pense pas davantage devoir les rapporter à un système d'écailles avortées. Leur présence me paraît plutôt dûe à des *lobations fournies par les faisceaux caulinaires*.

De même que chez le *Dioon edule*, les régions moyenne et basale du pédoncule présentent. en dehors de la couronne libéro-ligneuse, trois ou quatre paires de petits faisceaux qui s'éteignent vers le haut dans le parenchyme cortical (fig. 175) ; l'un d'eux *c*, a une forme concentrique qu'il conserve dans toute sa longueur. Tous ces faisceaux représentent, là encore, la trace de bractées rudimentaires ou d'écailles avortées.

Structure des faisceaux. — De bonne heure, c'est-à-dire immédiatement au-dessous de l'insertion des écailles stériles terminales, les faisceaux caulinaires présentent une structure constante qui, histologiquement, rappelle celle des mêmes faisceaux de l'axe floral du *Dioon edule*. A mesure qu'on descend, on les voit s'élargir davantage dans le sens transversal. Puis, dans le pédoncule (fig. 176) devenus tous égaux en dimension, ils s'allongent plutôt dans le sens radial mais en montrant encore 4 ou 5 pointements trachéens distincts. Quand il existe des trachéides antérieures centripètes, elles sont toujours peu nombreuses et, dans tous les cas, elles sont localisées dans les seuls faisceaux de la région fertile de l'axe.

Le liber primaire comprend de petits tubes criblés qui, refoulés peu à peu par les productions secondaires, s'écrasent en une lame transversale plus ou moins arquée et d'aspect corné.

Le liber secondaire y montre l'alternance radiale de tubes grillagés et de cellules parenchymateuses que j'ai signalée plus haut.

Certains faisceaux de la couroune du pédoncule montrent, en dehors de leur liber primaire et plus ou moins intimement accolés à lui, un ou

deux petits cordons libéro-ligneux inverses qui, dans quelques cas, prennent une structure concentrique (fig. 175, *fi*). L'origine de ces cordons, bien que se rapportant au même mode de plissement latéral des faisceaux, est un peu différente de celle qui amène la formation des bandes libéro-ligneuses postérieures inverses si fréquentes dans les écailles ovulifères de certains *Cycas*. En effet, dans ces dernières, l'apparition du bois secondaire postérieur est consécutif à une réversibilité latérale et postérieure de la zône cambiale normale du faisceau tandis que dans le cas présent *il y a torsion vers l'extérieur du faisceau lui-même et isolement complet de ses bords qui deviennent inverses.*

Des cordons postérieurs semblables ont été observés par Scott (69) dans le pédoncule de l'axe floral mâle.

§ 2. — *Ceratozamia purpurea* (?) (pl. XI)

ORGANE FEMELLE

Extérieur. — Le cône mûr de cette espèce, dont je dois la possession à M. Boisroux, jardinier à Cavigny (Manche), ressemble plutôt à celui du *C. Katzeriana*, Regel, qu'à celui du *C. mexicana*; il diffère en effet de cette dernière espèce, d'un côté par l'aspect plus régulier de l'organe tout entier et d'un autre côté par la forme des écailles ovulifères.

Ces dernières montrent un écusson peu développé dans le sens radial; la face externe en est aplatie et les deux cornes caractéristiques du genre y sont petites et très écartées l'une de l'autre dans le sens transversal. Seul, le pourtour de cet écusson est pourvu de nombreux poils analogues à ceux du *C. mexicana.*

Les écailles sont insérées perpendiculairement à l'axe floral et leur disposition en verticilles de quatres termes ne varie pas dans les portions stériles de la base et du sommet du cône (1). Une pointe forte, conique et acérée, termine l'axe et *représente la coalescence*

(1) Une nouvelle fleur de cette espèce que vient de m'adresser M. Boisroux ne m'a pas présenté une verticillation aussi régulière dans ces deux parties extrêmes.

intime de deux verticilles dont l'existence n'est indiquée par aucun signe extérieur.

I. — Écaille ovulifère. — *Appareil libéro-ligneux.* — L'appareil libéro-ligneux de l'écaille ovulifère comprend, comme chez le *C. mexicana*, un double système fasciculaire, l'un *postérieur et normal*, l'autre *antérieur et inverse* (fig. 177, pl. XI).

Mais, tandis que chez cette dernière espèce, ces deux systèmes n'en forment plus qu'un seul, pour ainsi dire, à la base des cornes, chez le *C. purpurea*, au contraire, *le second reste indépendant du premier jusque sous la face externe de l'écusson* où ses faisceaux se dichotomisent et se dispersent en prenant des orientations quelconques (1). Vers le bas, ces faisceaux ss groupent très rapidement en deux faisceaux inverses qui restent tels dans tout le pétiole et ne se réunissent au système postérieur que tout à fait à la base de ce dernier, c'est-à-dire au moment de la rentrée dans l'axe floral.

Il n'y a pas de faisceaux médians postérieurs et, d'une façon générale, on peut dire que ces faisceaux postérieurs, qui se ramifient dans l'écusson et vers le haut suivant le mode dichotomique, y forment un groupe de chaque côté sous la base des cornes.

Le système libéro-ligneux ovulaire se réduit vers le bas, d'abord à deux faisceaux ; puis ceux-ci, sans avoir contracté d'anastomoses réciproques, se réunissent, après la courbure habituelle, pour former le faisceau marginal de l'arc pétiolaire.

II. — Axe floral. — *Course des faisceaux.* — Les faisceaux de la couronne ont une course descendante à peu près rectiligne, *sans anastomoses*, et *leur nombre est égal à celui des orthostiques* avec lesquels ils alternent.

Au sommet du cône, les deux verticilles terminaux, représentés par la pointe conique mentionnée plus haut, fournissent 8 faisceaux disposés par paires qui constituent les huit faisceaux de la couronne axiale (fig. 178) et qui reçoivent alternativement à droite et à gauche l'*un des deux faisceaux* des traces successives des trois verticilles suivants.

(1) En vue d'une simplification graphique, ces divisions n'ont pas été indiquées sur la figure 177 (pl. XI) (trait discontinu). En réalité, l'aspect est le même que celui représenté par la figure 182.

A partir du 5e verticille, c'est-à-dire à partir du premier verticille fertile, les traces sont *unifasciculées* et le faisceau rentrant se jette indistinctement sur le faisceau caulinaire de gauche ou sur celui de droite.

La structure des faisceaux de cet arc est identique à celle du *C. mexicana*. La forme y est cependant assez particulière en ce sens que le liber primaire de chaque faisceau est non plus disposé en une bande transversale mais ramassé autour d'un point vers lequel convergent toutes les séries rayonnantes libéro-ligneuses. Il en résulte que la zône cambiale de chacun d'eux forme une courbe *concave extérieurement*.

A aucun niveau, je n'ai rencontré dans cette espèce de cordons libéro-ligneux postérieurs inverses.

CHAPITRE IV

Genre ZAMIA

§ 1. — *Zamia Wallisii*, Hort. Weitch. (pl. XI et XII)

ORGANE FEMELLE

Extérieur. — Les écailles ovulifères sont insérées perpendiculairement à l'axe du cône et groupées par verticilles alternes de cinq termes. Les écailles stériles de la base et du sommet, réduites en dimensions et plus ou moins coalescentes, offrent la même distribution.

Le pédicelle de l'écaille est arrondi et grêle; il s'élargit rapidement en un écusson dit pelté; la surface extérieure de ce dernier est recouverte de nombreux poils articulés bicellulaires à cellule terminale simple ou ramifiée une ou deux fois en harpon (fig. 179, pl. XI); ces poils, spéciaux au genre *Zamia*, ont été également observés par Thibout (**77**) dans l'organe mâle.

L'écusson a la forme d'une pyramide tronquée, surbaissée, à la forme d'une pyramide tronquée, surbaissée, à base hexagonale allongée dans le sens tangentiel.

Le pédoncule du cône est relativement long; il atteint presque trois fois la longueur de la région fertile qui ne mesure que 7 centimètres et demi avec un diamètre moyen de 3 centimètres. Il porte quelques bractées rudimentaires et est recouvert de poils analogues à ceux de l'écusson (1).

I. — Ecaille ovulifère. — *Appareil libéro-ligneux. — a)* : — Une section transversale de la région de transition entre le pétiole et l'écusson (fig. 181, Pl. XII), présente deux systèmes fasciculaires

(1) Ce cône, qui provient des serres du Jardin des plantes de Paris, n'avait pas encore atteint son complet développement.

séparés ; l'un se compose de 6 faisceaux normalement orientés dont les extrêmes, plus volumineux que les autres, desservent les ovules ; l'autre comprend seulement 2 faisceaux situés en avant des précédents et *à orientation inverse*.

En montant dans l'écusson, les deux faisceaux antérieurs et les quatre faisceaux intermédiaires de la rangée postérieure montrent des dichotomies assez fréquentes et, jusque dans la région moyenne de l'organe, les deux systèmes sont encore nettement distincts par l'orientation différente de leurs faisceaux respectifs (fig. 180, pl. XI).

A partir de ce dernier niveau, les faisceaux du système normal se rapprochent du bord postérieur (ou inférieur) de l'écusson, mais restent normalement orientés et disposés sur une rangée à peu près régulière ; les faisceaux de l'autre système, au contraire se dispersent dans toute la partie antérieure (ou supérieure) de l'écusson où ils se dichotomisent abondamment en prenant des orientations quelconques.

Dans tous les cas, les deux systèmes sont indépendants l'un de l'autre et leurs faisceaux se terminent en pointe libre au-dessous de la face externe de l'écusson.

Si l'on revient vers le pétiole (fig. 182, pl. XI), on remarque que les deux faisceaux inverses antérieurs rejoignent séparément et d'assez bonne heure, deux des quatre faisceaux intermédiaires postérieurs.

Dans la base du pétiole, ces derniers se réduisent eux-mêmes à deux cordons qui se jettent, l'un à droite, l'autre à gauche, sur chacun des gros faisceaux marginaux descendus des ovules.

A aucun niveau il n'y a de faisceau médian.

b). — Le système libéro-ligneux de l'ovule comprend, comme chez les espèces précédentes, une couronne tégumentaire et une couronne périnucellaire. Il se réduit dans sa base à trois faisceaux dont l'un réunit *à lui seul* ceux de la couronne périnucellaire. Ces trois faisceaux se fusionnent rapidement en un cordon unique arqué et volumineux qui devient le faisceau marginal de l'arc pétiolaire (fig. 182). Ce dernier reste indépendant dans toute la longueur du pétiole et, ainsi qu'on vient de le voir, il n'est rejoint par les petits cordons intermédiaires descendus de l'écusson qu'au moment de pénétrer dans l'axe floral.

Structure des faisceaux. — Par suite de l'état de développement incomplet de l'organe qui a servi à mon étude, les faisceaux n'y ont pas acquis leurs dimensions et leur structure définitive. Au sommet

de l'écusson, le bois centripète existe seul, mais il diminue rapidement d'importance vers le bas tandis qu'apparaît au contraire le bois centrifuge.

Le tissu de transfusion composé d'éléments aréolés à lumière élargie dans le sens tangentiel forme une *gaine presque complète autour de chacun des gros faisceaux marginaux du pétiole* (1). Il manque partout ailleurs.

II. — Axe floral. — *Structure générale.* — L'épiderme se compose de petites cellules isodiamétriques à paroi externe très légèrement épaissie ; il n'y a ni stomates, ni sclérites de soutien, sauf dans le long pédoncule qui est tapissé en outre de poils bicellulaires simples ou ramifiés analogues à ceux de l'écusson.

Les canaux gommifères qui accompagnent les traces rentrantes se placent suivant une seule rangée circulaire externe à la couronne libéro-ligneuse. La moelle en est dépourvue tant que ce cercle sécréteur cortical reste régulier, c'est-à-dire jusque vers la base de la région fertile. Au-dessous de ce niveau, les canaux gommifères, devenus plus nombreux, se dispersent dans le parenchyme cortical interne et certains d'entre eux pénètrent dans la périphérie de la moelle où ils persistent jusqu'à la base du pédoncule.

Course des faisceaux. — Dix faisceaux, *en nombre égal à celui des orthostiques* et alternes avec eux, constituent la couronne libéro-ligneuse axiale (fig. 183 et 184, pl. XII). Leur course est sinueuse et chacun d'eux, en oscillant alternativement à droite et à gauche, émet fréquemment vers son voisin, dans les régions de rapprochement réciproque, des *anastomoses* importantes. C'est également en ces points de rapprochement réciproque que se fait l'accolement des traces rentrantes toujours *bifasciculées.*

Structure des faisceaux. — La structure des faisceaux n'a rien de particulier, elle est, toutes proportions gardées, analogue à celle du *C. mexicana*, par exemple. Mais de *nombreuses trachéides centripètes* se rencontrent, dans la région du cône, en avant des faisceaux caulinaires ; elles manquent dans le pédoncule.

Il n'y a pas de cordons libéro-ligneux postérieurs inverses.

(1) Cela fait penser au tissu dit de transfusion des Pins et du Ginkgo.

Chez le *Z. acuminata* Oerst., l'appareil libéro-ligneux de la fleur femelle est peu différent de celui que je viens de décrire chez le *Z. Wallisii*. Toutefois, les traces rentrantes dans l'axe floral sont *unifasciculées* et les faisceaux de la couronne axiale, à course également sinueuse, n'y présentent pas d'anastomoses réciproques.

Le réseau sécréteur de l'axe floral ne diffère de celui du *Z. Wallisii* que par ce que la moelle est complètement dépourvue de *canaux*.

CHAPITRE V

Genre MICROCYCAS, A. DC.

§ 1. — Espèce unique : *M. calocoma*. A. DC. (1) (Pl. XII)

I. — Ecaille ovulifère. — L'écaille ovulifère du *M. calocoma* diffère de celle des *Zamia* par la forme longuement prismatique de son écusson uniformément revêtu d'un feutrage de poils bicellulaires à cellule terminale trés ramifiée (Fig. 185, Pl. XI).

L'appareil libéro-ligneux y est très semblable, comme forme et comme allure, à celui du *Zamia Wallisii*. Néanmoins, au-dessous de la région terminale de l'écusson, la dispersion des faisceaux n'est pas aussi grande que chez cette dernière espèce ; on y distingue plus nettement *une rangée postérieure régulière de huit faisceaux normalement orientés* et *un groupe antérieur de quinze faisceaux à orientations diverses.*

Au niveau d'insertion des ovules, le même aspect subsiste ; toutefois, chacun des deux systèmes est plus condensé (fig. 186, pl. XII). En outre, la rangée normale postérieure est légèrement *convexe antérieurement;* les deux groupes sont plus rapprochés, ce qui semble indiquer que leur union en un seul va se faire, comme chez le *Z. Wallisii*, dès le sommet du pétiole de l'écaille ; mais c'est là un fait que l'état insuffisant de conservation de ce dernier dans l'échantillon étudié, ne m'a pas permis de constater d'une façon positive.

A droite et à gauche des systèmes libéro-ligneux précédents, se trouve un groupe de quatre cordons *o*, qui sont disposés sur un cercle et représentent le système libéro-ligneux de chacun des ovules. A partir des ovules, ces groupes fasciculaires ont eu d'abord (fig. 187,

(1) C'est grâce à l'extrême obligeance de M. Poisson, assistant au Museum, que j'ai pu étudier partiellement, après les avoir traités par l'acide lactique à chaud, deux échantillons d'herbier, l'un mâle, l'autre femelle, de cette rare espèce de Cuba.

pl. XII) un trajet vertical morphologiquement ascendant très prolongé et pendant lequel ils se sont condensés chacun en un seul faisceau. La courbe que celui-ci a décrite ensuite comme d'habitude vers le bas se trouve au sommet du premier tiers de l'écusson.

Dans cette écaille ovulifère du *M. calocoma,* la structure des faisceaux est particulièrement intéressante à deux points de vue :

1° — *Par le développement exceptionnel du tissu de transfusion* dont les éléments aréolés nombreux s'étendent, non-seulement en avant et sur les côtés de la région ligneuse, mais aussi en dehors du liber, de façon à former, dans la plupart des cas, *une ceinture complète autour des faisceaux*; une structure analogue a été relevée par Worsdell (**90**) chez le *Z. Loddigesii*, Miq. (1).

Ce tissu de transfusion commence à disparaître au niveau d'insertion des ovules et il manque totalement dans le pétiole de l'écaille, Sa réduction puis sa disparition semblent donc, comme celles du bois centripète, en rapport avec le développement progressif du bois centrifuge.

2°. — Par la présence, en dehors des faisceaux, de petits *cordons libéro-ligneux inverses* dont le mode de formation est analogue à celui qui a été signalé dans le pédoncule du cône femelle du *Ceratozamia mexicana*. Ces cordons inverses occasionnent des ruptures dans la région externe du cercle de tissu de transfusion ; ils sont très fréquents dans le système fasciculaire postérieur, mais il en existe aussi dans le système antérieur et même contre l'un des faisceaux des groupes d'insertion des ovules (fig. 186, *i*). Dans tous les cas, ils persistent sur presque toute l'étendue du pétiole.

II. — Etamine (2). — L'étamine mûre a la forme d'un losange qui mesure 20 millimètres de longueur sur 10 de largeur ; elle est brièvement pédicellée.

L'écusson, aplati comme le reste de l'organe, est recouvert, *mais sur sa face inférieure seulement*, de nombreux poils analogues à ceux de l'écaille ovulifère et de stomates (fig. 188, pl. XII) ; il est situé dans le prolongement direct de la région fertile et celle-ci porte sur sa

(1) Voir note 1 page 130.

(2) Bien qu'ayant plus particulièrement porté mes recherches sur la fleur femelle, j'ai cru bon, en raison de leur rareté ou de leur structure spéciale, de m'arrêter également sur quelques organes mâles.

face inférieure les sacs polliniques groupés par 3 ou 4 en sores indépendants.

La face supérieure de l'étamine est glabre; elle présente quelques stomates mais beaucoup moins nombreux que sur la face inférieure.

L'appareil libéro-ligneux est constitué dans la région moyenne fertile par un arc simple de huit faisceaux qui s'étendent d'un bord à l'autre de l'organe. De cet arc se détachent de petits cordons qui se rendent aux différents sores. La base de l'étamine ne possède plus que quatre faisceaux normalement orientés et très rapprochés.

La structure de ces faisceaux n'a pu être très nettement relevée. Cependant, je puis dire que, dans la région moyenne, les trachéides centripètes sont peu nombreuses en avant d'un bois centrifuge qui par contre est assez abondant. Il y a peu ou pas de tissu de transfusion.

Le réseau secréteur est représenté par deux rangées de canaux gommifères, l'une en avant, l'autre en arrière de l'arc libéro-ligneux; ces canaux diminuent de dimensions à mesure qu'on se rapproche des bords latéraux.

CHAPITRE VI

Genre ENCEPHALARTOS, Lehm.

§ 1. — *Encephalartos villosus,* Lehm. (pl. XII et XIII)

ORGANE FEMELLE

Extérieur. — La fleur de l'*E. villosus* est ovoïde et l'une des plus volumineuses de toutes les Cycadacées.

Celle qui est l'objet de ma description m'a été fournie obligeamment par M. Boisroux à qui je dois d'ailleurs d'autres échantillons étudiés plus haut. Bien que n'ayant pas encore acquis ses dimensions définitives, cette fleur mesure 42 centimètres de long sur 17 centimètres de large. Le pédoncule, long de 9 centimètres se rétrécit progressivement jusqu'à sa base d'insertion et ne porte aucune bractée même rudimentaire.

Les écailles ovulifères ont une distribution helicoïdale avec huit hélices dextres et cinq hélices senestres. Elles atteignent près de 5 centimètres dans la plus grande largeur, c'est-à-dire dans la région moyenne de l'écusson, et 4 centimètres de longueur sans le pétiole d'attache.

La face supérieure ou antérieure de l'écusson est très bombée; elle se continue extérieurement par une surface déclive vers le bas qui recouvre partiellement les écailles voisines inférieures et se termine par une crête dentelée scléreuse.

L'écusson se prolonge latéralement de chaque côté par une expansion prismatique très développée qui descend en dehors de la graine correspondante et la protège en partie.

Il n'y a pas de poils, mais une cuticule épaisse recouvre toute la partie libre externe de l'écusson.

I. — Ecaille ovulifère. — *Appareil libéro-ligneux.* — Dans ses grandes lignes, l'appareil libéro-ligneux est à peu près identique pour toutes les écailles ovulifères et les seules variations à noter, peu importantes d'ailleurs, ne se rencontrent que dans leur partie pétiolaire.

La description suivante n'envisage qu'un seul de ces aspects; je lui comparerai les autres dans la suite.

a). — Une section transversale pratiquée à la limite du pétiole et de l'écusson (Fig. 189, Pl. XII) présente un assez grand nombre de faisceaux réunis en plusieurs groupes dont trois (P, I et I') sont situés dans le plan médian de l'organe, tandis que les autres se trouvent symétriquement deux à deux de chaque côté des précédents (A et O).

Le groupe P comprend non seulement les quatre faisceaux postérieurs qui sont disposés en orientation normale sur un arc régulier, mais aussi ceux qui se trouvent entre ces derniers et le groupe I.

En montant dans l'écusson, tous les faisceaux du groupe P se ramifient plus ou moins abondamment et suivent une course à peu près parallèle à la face plane inférieure de l'organe. Dans la région terminale de l'écusson, la plupart des branches fournies par les faisceaux P vont se perdre à la base des dents de la crête externe, tandis que les autres branches, se mélangeant à celles qui proviennent des faisceaux plus antérieurs du même groupe, se terminent en pointe libre avec ces dernières au-dessous de la surface déclive de l'écusson.

Les trois faisceaux du groupe I sont une *orientation inverse et ils constituent le système fasciculaire antérieur.* Leurs dichotomies vers le haut sont moins abondantes que celles du système postérieur P, mais elles présentent ce fait particulier que, arrivées dans la région moyenne de l'écusson, elles se recourbent rapidement et reviennent en avant dans la région bombée supérieure de l'écusson où elles offrent les mêmes terminaisons libres que celles des faisceaux postérieurs. Certaines de ces ramifications ont un trajet à rebours beaucoup plus prolongé que leurs congénères ; ce sont elles qui sont représentées en I' dans la figure 189 et leur orientation inverse par rapport aux faisceaux I tient à ce que la section transversale rencontre le même système en deux endroits différents.

Je dirai en outre que ce groupe I envoie de chaque côté une branche vers chacun des ovules (fig. 190, O).

En suivant plus spécialement les faisceaux marginaux de l'arc postérieur P (fig. 190), on voit que chacun d'eux s'écarte latéralement et se divise en deux branches dont l'une, O', se dirige immédiatement vers la base de l'ovule correspondant ; l'autre poursuit pendant quelque temps encore son trajet obliquement ascendant, reçoit en passant une courte anastomose du faisceau voisin plus interne, puis se recourbe brusquement en émettant quelques cordons D qui se ramifient dans la partie latérale de l'écusson. Il continue ensuite sa course vers le bas et se partage finalement en deux cordons O'' et A ; le premier est destiné à l'ovule tandis que le second innerve l'aile latérale retombante.

C'est ce niveau qui est représenté dans la figure 189 par les groupes fasciculaires A et O.

Il convient cependant d'ajouter que le second de ces groupes dans cette dernière section ne comprend pas seulement les faisceaux O' et O'', ramifiés ou non, qui, dans les figures 190 sont les branches du faisceau marginal de l'arc postérieur P, mais aussi le faisceau O qui provient du groupe antérieur inverse I.

Si maintenant on revient à la région limite entre l'écusson et le pétiole, on remarque qu'en pénétrant dans ce dernier, les faisceaux du système postérieur P d'une part et ceux du système antérieur I d'autre part, s'unissent rapidement deux à deux et qu'en outre ces derniers montrent une torsion de 180° autour de leur axe qui les ramène *en orientation normale*.

Il se constitue de la sorte un appareil libéro-ligneux pétiolaire composé de deux arcs de faisceaux normalement orientés ; ces deux arcs restent distincts après leur rentrée dans l'axe floral et nous verrons plus loin que leurs faisceaux respectifs rejoignent le plus souvent séparément ceux de la couronne axiale.

b). — Je représente en outre dans la figure 191 les détails de l'innervation de l'une des graines ; on y voit nettement que la couronne tégumentaire et la couronne périnucellaire ne sont pas constituées l'une et l'autre séparément par les dichotomies d'un faisceau distinct pour chacune d'elles, mais que bien au contraire, elles sont formées d'une façon quelconque non-seulement par les ramifications des deux faisO' et O'' appartenant au système fasciculaire postérieur, mais aussi par celle du faisceau O provenant du système antérieur.

Examinons maintenant, par comparaison, les variations de structure que j'ai rencontrées dans les pétioles d'un certain nombre d'autres écailles ovulifères:

α). — Le système antérieur se réduit, dans la région supérieure élargie du pétiole, à un seul faisceau normalement orienté.

β). — Le système antérieur se compose (fig. 192) d'un faisceau isolé I à orientation inverse et de 3 faisceaux I' normalement orientés; ceux-ci forment un arc intermédiaire situé entre le faisceau I et l'arc postérieur normal. Dans ce cas, le faisceau inverse I résulte seul de la réunion des ramifications qui alimentent la gibbosité antérieure (ou supérieure) de l'écusson; les faisceaux I' représentent uniquement le cordon O de la figure 190. Les faisceaux A et A' sont formés par les autres faisceaux ovulaires qui se sont grossis, avant leur courbure vers le bas, des cordons provenant de l'expansion retombante et de la région latérale de l'écusson ainsi que de certains faisceaux descendus de la crête externe. Quant au faisceau P, il réunit tous ceux de la région postéro-médiane (ou inférieure) de l'écusson.

Les faisceaux I et I' ne forment plus, dans la base du pétiole, qu'un seul faisceau antérieur orienté normalement (fig. 193).

γ). — Dans de rares cas, le système fasciculaire antérieur fait défaut dans le pétiole. Cela tient à ce que les cordons qui, d'habitude, servent à sa formation rejoignent ceux du système postérieur normal au-dessus du niveau d'insertion des ovules.

Cette dernière structure, qui est rare dans les écailles fertiles, est au contraire assez fréquente dans les écailles stériles de la base et du sommet du cône.

Structure des faisceaux. — La structure des faisceaux n'a rien de particulier. *Le bois centripète y est bien développé dans l'écusson,* mais il diminue graduellement d'importance à mesure qu'on approche du pétiole; dans la base cependant, il est encore représenté par quelques éléments isolés.

Certains faisceaux du pétiole présentent sur leur dos un petit cordon libéro-ligneux inverse, mais c'est seulement (Fig. 193, *i*) au niveau de son insertion sur l'axe floral, de telle sorte que cette formation sera étudiée en même temps que la structure de cet axe.

La forme des faisceaux, dans les écailles de l'*E. villosus*, est généralement très arquée et il est même très fréquent d'en observer qui sont

exactement concentriques, surtout à la base des ovules et dans les ailes retombantes latérales.

II. — Axe floral. — *Structure générale.* — L'épiderme du cône est composé de petites cellules légèrement allongées radialement et épaissies sur leur paroi externe. Il n'y a pas d'hypoderme. Le parenchyme fondamental comprend des cellules larges, arrondies, à parois minces séparées par de petits méats.

De nombreux canaux gommifères parcourent l'écorce dans le sens longitudinal et y forment un réseau à mailles serrées mais allongées; quelques-uns pénètrent dans la périphérie de la moelle à la suite des faisceaux qui rentrent dans la couronne libéro-ligneuse, mais ils n'y persistent pas et la moelle du pédoncule n'en montre plus de traces.

Le pédoncule offre une structure à peu près identique à celle du cône à cette différence près que des fibres sclérifiées groupées par massifs de six à huit y sont disposées en une zône circulaire à la périphérie de l'écorce et qu'elles y forment un appareil de soutien assez puissant.

De nombreux poils bicellulaires à cellule terminale plus ou moins allongée ou simplement globuleuse tapissent l'extérieur du pédoncule; ils recouvrent des dépressions au fond desquelles se trouvent les stomates.

Dans la région supérieure de l'axe, l'appareil libéro-ligneux central est d'abord constitué par une couronne à peu près régulière de faisceaux caulinaires. Plus bas, il s'établit *un réseau périphérique cortical* qui devient de plus en plus important à mesure qu'on arrive vers le pédoncule. Ce dernier possède en outre des *faisceaux médullaires.*

La base du pédoncule présente un appareil plus simple mais les faisceaux montrent une structure particulièrement intéressante qui sera étudiée plus loin.

Course des faisceaux. — Les traces rentrantes sont nettement *plurifasciculées* et, ainsi que je l'ai montré, possèdent un ou plusieurs faisceaux antérieurs. Au niveau d'insertion de la trace, ces derniers ou bien rejoignent les faisceaux marginaux du système pétiolaire postérieur, ou bien viennent directement s'accoler sur les faisceaux de la couronne axiale.

A deux centimètres du sommet de l'axe, la couronne libéro-ligneuse est déjà composée de 10 faisceaux caulinaires. Au moment de recevoir les faisceaux rentrants, ils montrent à la fois une déviation momentanée dans leur parcours vertical et une rotation de 90° autour de leur axe.

Au-dessous de ce niveau, rapidement et sans relation aucune avec le nombre des traces rentrantes ni avec celui des faisceaux qui les constituent, ces dix faisceaux subissent des divisions radiales multiples suivies ou non de réunions dans lesquelles il est impossible de reconnaître aucune règle, ni aucun rapport avec la disposition phyllotaxique des écailles (fig. 194).

A mesure qu'on descend, des déviations de plus en plus fréquentes s'observent dans le parcours vertical des faisceaux. En outre, les traces rentrantes ne s'enfoncent plus aussi profondément dans l'axe, mais elles forment peu à peu, en dehors de la couronne primitive plus ou moins irrégulière, *un réseau périphérique cortical et vertical de plus en plus important* (1). Les faisceaux de ce dernier se mettent d'ailleurs en relation avec ceux qui sont situés plus intérieurement par de nombreuses anastomoses (fig. 195).

C'est ainsi qu'il s'établit dans la région inférieure du cône proprement dit (fig. 196) un système complexe de faisceaux diversement orientés et disposés suivant une zône circulaire qui atteint jusqu'à 8 millimètres d'épaisseur.

Dans le pédoncule, il se fait rapidement, parmi ces faisceaux, un groupement en faisceaux internes et faisceaux périphériques (fig. 197, pl. XIII). Ce groupement aboutit d'une part à la reformation d'une couronne de gros faisceaux allongés dans le sens tangentiel ou plus ou moins arqués et accompagnés de *petits cordons médullaires inverses* et d'autre part à la constitution de *massifs fasciculaires corticaux* dont la structure fort complexe sera étudiée plus loin (fig. 198, pl. XIII).

De nombreux canaux gommifères circulent en un réseau serré au milieu de ce système libéro-ligneux et en outre dans la partie corticale externe dépourvue de faisceaux. Ceux qui, le long du cône, se sont

(1) Ce réseau n'a aucun rapport avec celui qu'on a signalé dans la tige végétative des Cycadacées et dont les branches sont *horizontales*.

établis à la périphérie de la moelle disparaissent complètement dans la base du pédoncule.

Structure des faisceaux. — Les faisceaux de la couronne, considérés dans toute la région écailleuse de l'axe, ont une structure qui ne les différencie pas du type normal habituel. Chacun d'eux présente deux à cinq pointements trachéens distincts dans chacun desquels les trachées détruites ne sont plus représentées que par un tissu écrasé formant une lame plus ou moins saillante vers l'intérieur.

La structure histologique des éléments ligneux et libériens y est identique à celle des genres précédents, du *Ceratozamia* par exemple ; toutefois, les vaisseaux scalariformes y sont plus nombreux.

Le bois centripète est bien représenté. Néanmoins, il ne faut pas confondre ses trachéides isolées en avant du faisceau avec certains vaisseaux ou groupes de vaisseaux qui occupent une situation analogue et ne sont cependant que des fractions plus ou moins importantes détachées des parties latérales du bois centrifuge.

Le liber secondaire montre l'alternance d'éléments parenchymateux et de cellules grillagées signalée dans les genres précédents.

Les faisceaux de la partie inférieure de l'axe du cône, et surtout ceux du pédoncule, offrent une structure particulière, intéressante au plus haut point. Il s'y trouve en effet, *en dehors de ces faisceaux, des cordons libéro-ligneux inverses* semblables à ceux déjà rencontrés dans les traces ovulaires du *C. neo-caledonica* par exemple. Ici aussi, *ils doivent leur origine à une extension latérale de la zône cambiale normale des faisceaux et à son plissement vers l'extérieur.* Aussi, sans m'attacher de nouveau à l'explication de leur origine, je m'arrêterai plus spécialement à l'examen de certains faits nouveaux qui doivent tout particulièrement attirer l'attention :

1°. — L'activité cambiale de la zône externe retournée se ralentissant en certains points et l'accroissement intercalaire du tissu conjonctif aidant, le ou les cordons libéro-ligneux inverses postérieurs peuvent se trouver peu à peu *séparés du faisceau auquel ils étaient d'abord intimement accolés, et rejetés vers l'extérieur* ; tels sont les cordons c_1 des Fig. 199 et 200 (Pl. XIII).

2°. — Certains des cordons libéro-ligneux corticaux précédents, tels que celui qui se trouve sur le côté gauche de la figure 200, après s'être détachés du principal comme il vient d'être dit, tournent sur

eux-mêmes de 180° et *reprennent définitivement une orientation normale.*

3°. — La séparation de ces cordons inverses devenant de plus en plus complète, il peut se produire sur les bords du faisceau normal *une nouvelle réversibilité latérale de la zône cambiale normale* (en $z_{II}c_{II}$ fig. 200), qui, cette fois cependant n'envahit pas complètement la région dorsale du faisceau *et qui n'aboutit pas non plus à la production de nouveaux cordons libéro-ligneux inverses.*

4°. — Dans la plupart des cas (fig. 199, pl. XIII), en même temps que se produisent les différentes particularités de structure ci-dessus énumérées, le faisceau tout entier subit *une forte courbure vers l'intérieur et un morcellement simultané.* Il en résulte la formation de massifs libéro-ligneux plus ou moins importants disposés autour d'un centre commun et toujours accompagnés de leurs productions inverses.

Parfois, mais plus rarement, la courbure du faisceau principal se fait *vers l'extérieur* et les cordons inverses se trouvent alors ramassés en un seul qui prend une structure exactement *concentrique* (fig. 201, pl. XII).

Une telle transformation circulaire peut également se produire aux dépens de ceux des cordons inverses corticaux qui, détachés des faisceaux anastomotiques s'en sont éloignés au point que leurs relations d'origine avec ce dernier semblent douteuses au seul examen d'une coupe transversale (fig. 202, pl. XII, *c*).

Pour bien comprendre les quelques figures schématiques (fig. 202 à 204, pl. XII) dans lesquelles j'ai relevé les formes les plus caractéristiques dûes aux divers phénomènes de plissement examinés précédemment, le lecteur devra se reporter à la section transversale de la base du pédoncule représentée dans la figure 198 (pl. XIII) et sur laquelle j'ai déjà attiré l'attention.

A propos de cette figure, je ferai encore une remarque. Les gros faisceaux de la couronne interne semblent à peu près normaux et ne paraissent guère se singulariser que par leur convexité et la présence de cordons libéro-ligneux *internes ou médullaires fm.* Or, en réalité, chacun d'eux montre en dehors de son liber normal une nouvelle zône cambiale z_Ic_I plus ou moins développée. Et si celle-ci n'a pas abouti à la production de nouveaux cordons libéro-ligneux inverses bien

caractérisés, c'est vraisemblablement parce que la fleur a été cueillie avant d'être arrivée à un état de complet développement.

§ 2. — *Encephalartos Barteri*, Carruth. (Pl. XIII)

Ecaille ovulifère. — L'écusson, aplati et peu développé radialement, est verruqueux sur toute sa surface et prolongé latéralement par deux expansions retombantes prismatiques. Ses dimensions sont beaucoup plus petites que chez l'*E. villosus* et il est supporté par un pétiole grêle à section losangique.

L'appareil libéro-ligneux appartient au type β de l'*E. villosus*. Les faisceaux inverses du système antérieur, qui sont au nombre de trois dans la région supérieure du pétiole (fig. 205, pl. XIII), ne prennent une orientation normale que dans le voisinage de l'insertion sur l'axe floral (fig. 206).

La structure des faisceaux est remarquable par l'*abondance du bois centripète* dont la présence peut être constatée *jusque dans la moitié inférieure du pétiole ;* il y constitue encore, en avant du bois centrifuge, une masse triangulaire très compacte.

Les couronnes tégumentaire et perinucellaire alimentent l'une et l'autre *indistinctement* deux gros faisceaux qui, après leur courbure habituelle deviennent les deux faisceaux marginaux *o* et *o'* de l'arc pétiolaire (fig. 205); le faisceau *o* reste indépendant jusqu'à sa base.

Beaucoup de faisceaux prennent une disposition concentrique, surtout vers la base d'insertion des graines.

ORGANE MALE

Extérieur. — Deux cônes mûrs ont été recueillis sur un gros tronc qui m'a été offert par M. Godefroy-Lebeuf, horticulteur à Paris.

L'un et l'autre mesurent 12 centimètres de long dont 3 centimètres et demi pour le pédoncule; le diamètre moyen de la région fertile a seulement 3 centimètres environ. Ce sont là de petites dimensions en comparaison avec celles des autres espèces du même genre.

Les étamines sont en disposition hélicoïdale. Insérées à angle droit sur l'axe floral, elles sont fortement coalescentes entre elles à leur

base. La partie supérieure du cône ne présente pas d'écailles nettement stériles, car le groupe terminal, formé par la coalescence de deux ou trois étamines très réduites, montre encore plusieurs sacs polliniques isolés.

L'écusson peu développé est légèrement globuleux et brusquement limité extérieurement par une surface plane losangique ; il est dans le prolongement de la région fertile aplatie et triangulaire et est complètement dépourvu de poils. L'étamine est brièvement pédicellée et la face inférieure porte des sacs polliniques groupés le plus souvent par trois en sores très rapprochés. La face supérieure est glabre et présente un assez grand nombre de stomates.

I. — Étamine. — *Appareil libéro-ligneux.* — Une section transversale pratiquée dans la région moyenne fertile présente un assez grand nombre de petits faisceaux dispersés sans ordre apparent, tous normalement orientés et autour desquels se trouvent localisés un certain nombre de cellules tannifères. Ils se terminent tous en pointe libre au-dessous de la face libre externe de l'écusson ; ceux d'entre eux qui sont les plus rapprochés de la face inférieure (ou postérieure) fournissent seuls des branches aux groupes de sacs polliniques.

A mesure que l'organe se rétrécit vers le bas, le nombre de ces faisceaux diminue grâce à des unions deux à deux qui se produisent surtout dans sa région antérieure (ou supérieure). Finalement, il subsiste, dans le pédicelle, une double rangée de faisceaux tous normalement orientés et qui prend l'aspect d'un fuseau allongé dans le sens transversal (fig. 207).

C'est sous cet aspect que le système staminal rentre dans l'axe floral et c'est seulement après sa pénétration que les faisceaux de la rangée supérieure se réduisent d'abord à deux, puis rejoignent ceux de la rangée inférieure.

Tous ces faisceaux sont grêles. Ils présentent *du bois centripète* qui, tout en diminuant graduellement d'importance vers le bas, persiste encore *à la base du pédicelle*.

II. — Axe floral. — *Structure générale.* — L'épiderme est formé de petites cellules isodiamétriques qui, dans la région d'insertion des étamines, sont épaissies seulement sur leur face externe. L'épaississement gagne les parois radiales dans la région pédonculaire où l'on

observe en outre quelques stomates et des poils bicellulaires courts, à cellule terminale légèrement renflée.

Il n'y a pas d'hypoderme au niveau des écailles et le pédoncule seul est pourvu de sclérites isolées dans sa région corticale externe. Le parenchyme fondamental du cône, partout homogène, est parcouru par de nombreux canaux gommifères, sauf vers le centre de la moelle. Celle-ci en est même totalement dépourvue dès la partie supérieure du pédoncule.

Course de faisceaux. — Les écailles du sommet de l'organe forment une masse coalescente située dans le prolongement de l'axe du cône. Dans sa région moyenne, cette partie terminale montre deux groupes fasciculaires opposés (Fig. 208) dont chacun comprend six faisceaux extérieurs normalement orientés distribués en arc et en outre deux faisceaux inverses dans la concavité de l'arc. Ces deux groupes, qui représentent les systèmes fasciculaires de deux étamines concrescentes, se réduisent chacun vers le bas à un seul faisceau. C'est de part et d'autre de ces deux faisceaux que viennent se placer les traces immédiatement inférieures, de façon à constituer une couronne libéro-ligneuse régulière de douze faisceaux caulinaires.

Cette couronne reste simple dans toute la longueur de l'arc, c'est-à-dire qu'elle est dépourvue de faisceaux corticaux et de faisceaux médullaires. Mais, par suite de divisions et de réunions diverses de ces faisceaux, importantes surtout aux points de rentrée des traces staminales quoique sans rapport avec la distribution phyllotaxique des étamines, tout l'appareil prend l'aspect d'un réseau serré et irrégulier à mailles allongées (fig. 209).

Les traces staminales sont *plurifasciculées*. Assez fréquemment, elles comprennent jusqu'à sept faisceaux qui *s'unissent séparément et à des niveaux successifs* aux faisceaux de la couronne (fig. 210). Le plus souvent, cependant, ces traces ne se composent que de trois ou quatre faisceaux dont le mode de rentrée reste d'ailleurs identique au précédent.

Les faisceaux de la couronne axiale présentent de *nombreuses trachéides centripètes* dans toute la région d'insertion des étamines, mais, ainsi que je l'ai déjà dit, à aucun niveau je n'y ai rencontré de cordons postérieurs inverses analogues à ceux de l'*E. villosus*.

§ 3. — *Encephalartos Caffer*, Miq. (Pl. XIII)

I. — Ecaille ovulifère. — *Extérieur.* — L'écaille ovulifère, l'une des plus volumineuses du genre, n'a pas moins de 7 cent. 5 de long, dont 3 pour le pétiole ; celui-ci est à section losangique et sa grande diagonale, antéro-postérieure, mesure un centimètre.

L'écusson est massif ; il a les dimensions suivantes ; 5 centimètres dans le sens tangentiel et 4 centimètres dans le sens antéro-postérieur. Toute la région externe présente de fortes saillies verruqueuses et porte deux ailes latérales très développées et quadrangulaires, qui protègent une grande partie de la graine. Celle-ci est sessile et insérée dans une profonde cavité de l'écusson entre le pétiole et les expansions latérales. Sa partie charnue tégumentaire se prolonge au-delà de la région micropylaire en une masse d'une longueur au moins égale à celle de la graine elle-même.

Appareil libéro-ligneux. — L'appareil libéro-ligneux de l'écaille ovulifère est très complexe mais, par son allure générale, il semble se rattacher à celui de l'*E. villosus*.

Une section transversale pratiquée dans la partie supérieure du pétiole présente un certain nombre de gros faisceaux dispersés avec des orientations quelconques (fig. 211). L'état de conservation de l'échantillon soumis à mes investigations ne m'a permis de suivre ces faisceaux que dans la région basale de l'écusson ; toutefois, j'ai cru remarquer que de très bonne heure, tous les faisceaux s'y dispersent sans ordre en se ramifiant abondamment.

Ceux des groupes *o* et *o'* s'écartent latéralement en une course très oblique pour se rendre vers la base de l'ovule ; chemin faisant, ils émettent quelques branches qui se dirigent, soit vers la région latérale de l'écusson, soit vers l'aile retombante qui se prolonge en dehors de la graine.

En pénétrant dans le pétiole, il semble y avoir au contraire une sorte de groupement consécutif à des unions de faisceaux surtout fréquentes dans la région postérieure. Cela fait supposer que, plus bas, il existe deux systèmes fasciculaires distincts analogues à ceux de l'*E. villosus*, mais probablement plus complexes.

La section transversale précédente montre en *o* un faisceau pourvu de *deux cordons postérieurs inverses* dont l'origine est semblable à celle que j'ai indiquée précédemment dans le pédoncule floral du *Ceratozamia mexicana*, c'est-à-dire qu'elle est dûe à un rebroussement postérieur et à un fractionnement des marges du faisceau principal.

La forme des faisceaux est généralement très arquée et un assez grand nombre prennent une structure *concentrique*.

Le *bois centripète est encore bien représenté* dans la partie supérieure du pétiole mais son importance est inégale dans les différents faisceaux.

II. — Organe male. — Quelques étamines détachées d'un cône mâle conservé dans les galeries du Jardin Botanique de Caen et des fragments de l'axe de ce cône ayant été traités par l'acide lactique suivant le procédé indiqué au début de ce mémoire, j'ai pu, fort incomplètement d'ailleurs, tirer quelques renseignement sur la structure générale.

Les étamines de l'*E. caffer* sont, de même que ses écailles ovulifères, remarquables par leurs grandes dimensions (fig. 212). Elles sont brièvement pédicellées et aplaties transversalement. Prises dans la région moyenne du cône, elles se montrent de forme quadrangulaire progressivement retrécie vers l'insertion ; leur longueur atteint 6 centimètres et leur largeur moyenne 3 cent. 5 environ. La région extérieure libre de l'écusson, très peu renflée, se rétrécit brusquement en une forte corne quadrangulaire, tronquée à son extrémité et longue d'environ 5 à 6 millimètres.

La région fertile comprend la presque totalité de la face inférieure de l'écaille et porte de nombreux sacs polliniques groupés par 6 ou 8.

Cette forme des étamines n'est cependant pas constante ; elle varie suivant qu'on les considère au milieu ou à la base et au sommet du cône. En effet, dans ces deux dernières régions, il se produit une réduction progressive de la partie fertile en même temps qu'un développement considérable de la corne massive terminale (fig. 213).

L'épiderme de l'étamine montre des cellules isodiamétriques fortement épaissies sur leurs parois externe et radiales (fig. 214). Il ne s'y trouve pas de poils, mais d'assez nombreux stomates sur les deux faces.

L'appareil libéro-ligneux, toutes proportions gardées, est analogue à celui de l'*E. Barteri*, mais le bois centrifuge y prédomine rapidement sur le bois centripète, ce dernier n'existant en fait que *dans la corne externe*.

L'axe du cône présente *une couronne libéro-ligneuse complexe* semblable à celle du cône femelle de l'*E. villosus*. Les faisceaux y sont volumineux, très élargis, du moins au sommet, et disposés le plus souvent radialement par rapport à l'axe du cône. Ils sont au contraire ramassés ou très arqués dans les régions moyenne et inférieure. Le bois centrifuge y est compact et n'est coupé que par un petit nombre de rayons de faisceau. *Les trachéides centripètes isolées en avant des faisceaux sont nombreuses.*

Je n'ai pas, dans cette espèce, rencontré de cordons postérieurs inverses mais, je le répète, mes observations n'ayant porté que sur quelques endroits trop localisés de l'axe du cône proprement dit, devront être vérifiées et complétées.

CHAPITRE VII

Genre MACROZAMIA, Miq.

§ 1. — *Macrozamia spiralis*, Miq.

Ecaille ovulifère. — *Extérieur*. — L'écaille ovulifère, assez volumineuse, présente un écusson horizontal renflé sur ses deux faces et à expansions latérales retombantes très développées. La région libre externe de cet écusson porte une longue pointe médiane pyramidale, acérée, dont la largeur maximum à la base ne dépasse pas 6 à 7 millimètres et qui est *redressée à angle droit* sur la direction générale de l'écusson.

Le pétiole, arrondi, est relativement grêle et mesure environ deux centimètres de longueur.

Appareil libéro-ligneux. — a). — Une section transversale pratiquée dans la partie supérieure du pétiole présente (fig. 215, pl. XIII) : 1° un *système fasciculaire antérieur* composé de plusieurs petits faisceaux dispersés et en orientation le plus souvent normale ; 2° une *rangée postérieure* dont les deux faisceaux marginaux de chaque côté sont plus volumineux que les autres.

Les faisceaux du système antérieur s'enfoncent dans le renflement antérieur (ou supérieur) de l'écusson et viennent se perdre sous sa face externe après une ou deux dichotomies ; ils ne contractent *aucune relation avec les faisceaux du système postérieur*. Les faisceaux *l* contribuent à l'innervation de la graine ; nous les reverrons plus loin.

Pendant leur trajet à travers l'écusson, les quatre faisceaux intermédiaires *i* de la rangée postérieure montrent quelques accolements momentanés qui n'intéressent pas leurs pointements trachéens réciproques ; ils pénètrent individuellement dans la pointe médiane externe et chacun d'eux s'y termine en pointe libre ; les deux médians persistent seuls jusqu'au sommet.

Bien que devant revenir à propos de l'appareil ovulaire sur les gros faisceaux marginaux du même système postérieur, je dirai dès maintenant que ces derniers fournissent spécialement les branches qui se rendent d'une part dans la région postéro-latérale de l'écusson et d'autre part dans les ailes retombantes qui prolongent les bords de ce dernier.

Si, reprenant la section primitive, on suit maintenant les faisceaux vers le bas, on voit qu'ils se comportent dans le pétiole de la même façon que dans celui de l'écaille ovulifère de l'*E. villosus* ; c'est-à-dire que les faisceaux du système antérieur ne se réunissent à ceux du système postérieur qu'après leur rentrée dans l'axe floral.

b). — Au-dessous de l'insertion de la graine, on observe cinq à six faisceaux qui réunissent, les uns la portion distale, les autres la portion proximale de l'appareil libéro-ligneux ovulaire. Les premiers reçoivent en outre ultérieurement le ou les cordons généralement concentriques de l'aile latérale correspondante ; puis, après la courbure habituelle, ils se grossissent encore des faisceaux descendus de la partie postéro-latérale de l'écusson pour constituer enfin dans le pétiole les gros faisceaux marginaux de l'arc postérieur. Les seconds, les faisceaux proximaux, restent indépendants des précédents et, après s'être également courbés vers l'intérieur, *ils rejoignent les faisceaux latéraux l du système antérieur pétiolaire*. Nous avons donc là, en somme, un fait analogue à celui que j'ai signalé dans l'écaille ovulifère de l'*E. villosus* mais avec un plus grand nombre de faisceaux dans la base d'insertion de la graine.

La structure des faisceaux de l'écaille est, en général, celle qui a été décrite dans les genres précédents. *Le bois centripète y est seul représenté dans l'écusson* et il disparaît dès la partie supérieure du pétiole, remplacé par le bois centrifuge qui, devenu abondant, est disposé en séries radiales compactes. Il y a cependant exception pour les gros faisceaux marginaux de l'arc postérieur : ici, en effet, le bois centripète étalé en éventail en avant et sur les côtés du bois centrifuge, persiste jusque dans base du pétiole (fig. 216, pl. XIV).

CHAPITRE VIII

Genre BOWENIA, Hook.

Espèce unique : *B. Spectabilis*, Hook. (pl. XIII et XIV)

ORGANE FEMELLE

Extérieur. — La fleur que je dois à l'extrême bienveillance de M. le Directeur du Jardin Royal de Kew (Angleterre), n'a pas atteint ses dimensions définitives; sa longueur mesure seulement 12 cent. 5, dont deux pour le pédoncule; son diamètre moyen est de 7 cent. 5.

La forme du cône est régulièrement cylindrique avec une brusque atténuation à la base et au sommet.

Les écailles ovulifères sont insérées perpendiculairement à l'axe, par verticilles alternes de cinq termes, sauf au sommet et à la base où la disposition isolée subit des variations en rapport avec l'existence de coalescences diverses entre écailles stériles voisines.

L'écusson des écailles normales est pelté et de forme assez régulière. Son extrémité extérieure, qui est libre, représente un tronc de pyramide à arêtes arrondies et à bases hexagonales étirées transversalement. Son aspect, est en somme, très semblable à celui des *Zamia*.

Le pétiole est grêle, cylindrique et d'une longueur un peu supérieure à celle de l'écusson.

I. — Ecaille ovulifère. — *Appareil libéro-ligneux. — a).* L'appareil libéro-ligneux relevé sur une section transversale de la région supérieure du pétiole (fig. 217, pl. XIII), présente un aspect assez semblable à celui qui vient d'être décrit chez le *M. spiralis ;* néanmoins, les faisceaux du système antérieur y sont moins nombreux et plus généralement à orientation renversée, et un seul faisceau marginal, au lieu de deux, est destiné à l'ovule correspondant.

Si l'on monte vers l'écusson (fig. 218), on constate que les dichotomies y sont fréquentes dans les deux systèmes et que les faisceaux du système postérieur courent à peu près parallèlement à la face postérieure (ou inférieure) en restant disposés sur une rangée régulière nettement distincte de l'autre système. Les faisceaux de ce dernier sont en effet très dispersés, avec des orientations diverses, dans toute la région antérieure (ou supérieure) de l'écusson. Dans les deux cas, leur terminaison se fait en pointe libre sous la face externe de l'organe.

Dans le pétiole, l'appareil libéro-ligneux montre des variations qui portent presque uniquement sur le nombre, l'orientation et la structure des faisceaux du système antérieur, et Worsdell (**90**) a relevé sept formes différentes au niveau d'insertion sur l'axe floral.

J'ajouterai enfin que le *système antérieur ne se confond avec le système postérieur qu'après la rentrée dans l'axe floral.*

b). — L'ovule est sessile. Au niveau de son insertion (fig. 218, pl, XIII), sa couronne périnucellaire *ne se réduit jamais à moins de 6 faisceaux qui rejoignent séparément* les faisceaux de la couronne tégumentaire. Ces derniers sont ordinairement, à ce niveau, au nombre de 10 à 12 et plus gros que les précédents. Les deux couronnes réunies en une seule se réduisent finalement à trois cordons. Deux de ces derniers, plus volumineux que l'autre, résultent de la réunion des faisceaux proximaux de la couronne unique et, après une courbure lente vers l'intérieur, ils rentrent les premiers dans le pétiole de l'écaille. Le troisième faisceau, plus grêle, n'est formé que par quelques cordons de la région distale ; il remonte ordinairement plus haut que ses congénères et reçoit au sommet de sa courbure un ou deux faisceaux de l'écusson, puis il rejoint tardivement ceux qui ont formé le faisceau marginal de l'arc postérieur du pétiole.

Dans les écailles stériles plus ou moins coalescentes que portent les régions terminale et basale du cône, l'appareil libéro-ligneux ne diffère de celui des écailles fertiles que par l'absence des faisceaux incurvés qui desservent les ovules et par la réduction parfois considérable du système fasciculaire antérieur.

Structure des faisceaux. — Le *bois centripète n'est bien développé que dans l'écusson*; dans le pétiole, il n'est plus représenté que par quelques trachéides isolées qui disparaissent elles-mêmes complètement avant la rentrée dans l'axe floral. Le bois centrifuge prend au contraire

une plus grande importance au fur et à mesure de la disparition du bois centripète.

La forme des faisceaux est généralement très arquée et les faisceaux exactement concentriques sont d'observation fréquente.

II. — Axe floral. — *Structure générale.* — L'épiderme se compose de petites cellules isodiamétriques légèrement épaissies sur leur face externe ; des fibres sclérifiées ou sclérites, à contour polygonal, et surtout nombreuses vers la surface, sont dispersées ou groupées par trois ou quatre sur une zône circulaire qui occupe le tiers extérieur de l'écorce. Certaines fibres semblables se trouvent aussi autour des faisceaux rentrants et les accompagnent jusqu'au voisinage de la couronne libéro-ligneuse.

Il existe dans le parenchyme cortical un assez grand nombre de canaux gommifères qui y forment un réseau à mailles allongées. Dans la région du cône proprement dit, certains d'entre eux accompagnent les traces rentrantes et pénètrent jusque dans la périphérie de la moelle, mais, au niveau du pédoncule, ces derniers disparaissent et tous les canaux restent exclusivement localisés dans l'écorce.

Course des faisceaux. — a). — Les traces rentrantes des écailles ovulifères se comportent de différentes façons pendant leur trajet à travers le parenchyme cortical de l'axe, mais, dans tous les cas, les deux faisceaux marginaux du système postérieur restent prépondérants et, après avoir reçu les autres faisceaux de l'écaille, ils s'accolent séparément à deux faisceaux caulinaires distincts.

Examinons maintenant les variantes que comporte le parcours de la trace rentrante à travers le parenchyme cortical de l'axe (fig. 219, pl. XIV) :

1° .— *Système fasciculaire postérieur.* — α) Les faisceaux intermédiaires *i* se réduisent à deux qui s'unissent en *un seul* dès leur rentrée dans l'axe floral ; mais ensuite, ce dernier se divise de nouveau plus bas en deux branches qui viennent s'accoler à chacun des deux faisceaux marginaux voisins *m* (A, B, C et D) ; c'est le cas général.

β) Les faisceaux intermédiaires se réduisent *à deux* qui restent distincts l'un de l'autre et s'unissent encore *séparément* à chacun des faisceaux marginaux (E).

γ) Dans quelques cas très rares, les faisceaux intermédiaires se

réduisent à *un seul cordon* comme dans le 1er cas, mais celui-ci, au lieu de se diviser de nouveau, rejoint en entier l'un quelconque des deux faisceaux marginaux (F).

2°. — *Système fasciculaire antérieur.* — α) Vers le bas, tous les faisceaux du système antérieur se réduisent progressivement à *un seul* et celui-ci, ou bien s'unit au cordon *i* résultant de la fusion des faisceaux intermédiaires dans le système postérieur (A), ou bien se redivise lui-même en deux branches qui rejoignent chacune des deux branches produites par la division du même cordon *i* (B).

β) L'union progressive des faisceaux antérieurs produit, non plus un seul, mais *deux faisceaux* qui se jettent *séparément* soit sur les branches basilaires divergentes du cordon intermédiaire *i* (C), soit directement sur les faisceaux marginaux *m* du système postérieur (D, E, F).

Je noterai enfin le cas, d'ailleurs peu fréquent et localisé dans les régions basale et terminale du cône, où la trace des écailles stériles se réduit à un seul faisceau. Ce dernier, dont le trajet vertical est très prolongé, est caractérisé par l'existence longuement persistante de *deux pointements trachéens distincts* (fig. 220 et 221).

Dans la région terminale, la trace rentrante de certaines des écailles stériles peut même être *trifasciculée*. Le faisceau médian rejoint alors séparément les faisceaux de la couronne ; parfois, cependant, il *se termine en pointe libre* vers le bas après avoir pris une structure concentrique (fig. 222, *m*).

b). — La couronne libéro-ligneuse axiale est simple et régulière ; elle comprend des faisceaux au nombre de dix, c'est-à-dire *en nombre égal à celui des orthostiques qui sont alternes avec eux.* Dans la base du pédoncule, ce nombre varie par suite du morcellement d'un ou de deux faisceaux (fig. 223).

Dans les régions basale et terminale du cône (fig. 220 et 222), les faisceaux de la couronne ont *une course rectiligne* et montrent diverses lobations plus ou moins importantes. Dans la région moyenne correspondant aux écailles fertiles, ils descendent *en oscillant alternativement à droite et à gauche sans lobations ni anastomoses* et constituent de cette façon un réseau à mailles losangiques (fig. 224). Dans ce dernier cas, la mise en rapport des faisceaux rentrants avec les faisceaux de l'axe se fait aux points de rapprochement réciproque de ces derniers dans l'angle inférieur du losange.

Structure des faisceaux. — Dans la région correspondant à l'insertion des écailles ovulifères, les faisceaux de l'axe sont du type ordinaire : le bois centrifuge, coupé par plusieurs rayons de faisceau, y est très développé et présente un plus ou moins grand nombre de pointements trachéens séparés ; le bois centripète y est représenté par quelques trachéides scalariformes isolées antérieurement et parfois écrasées (fig. 225).

Un peu au-dessus du niveau d'insertion des écailles stériles inférieures, quelques faisceaux présentent, contre leur région postérieure, une zône cambiale inverse $z_I c_I$ qui, apparue d'abord, de même que chez l'*E. villosus*, sur les bords du faisceau par *rebroussement de la zône cambiale normale zc* finit par envelopper extérieurement le liber primaire.

A partir d'un certain niveau plus inférieur, c'est-à-dire dans le pédoncule, tous les faisceaux de la couronne présentent de même une zône cambiale rebroussée, mais qui est à des stades de développement différents.

Finalement, cette zône cambiale $z_I c_I$ se fractionne après avoir abouti, comme chez l'*E. villosus*, à la production de *cordons libéro-ligneux postérieurs inverses* (fig. 225). Parfois, ceux-ci se séparent du faisceau principal auxquels ils étaient intimement accolés et ils prennent alors assez souvent une forme exactement concentrique (fig. 226).

Contrairement à ce qui se passe chez l'*E. villosus*, ce rejet externe de cordons postérieurs inverses n'est pas suivi de l'apparition d'une zône cambiale nouvelle z_{II} c_{II}, mais une telle absence dans l'échantillon étudié tient peut-être à ce que l'organe n'était pas encore complètement développé.

De même aussi que chez l'*E. villosus*, mais plus rarement, certains faisceaux de la couronne se fragmentent et se replient vers l'intérieur de façon à ramener en avant les lobes marginaux qu'ils ont produit et à prendre une forme générale plus ou moins exactement concentrique.

CHAPITRE IX

Genre STANGERIA, Th. Moore

Stangeria schizodon, Bull. Cat.

ORGANE MALE

L'appareil libéro-ligneux est en tous points semblable comme structure et comme allure à celui qui a été relevé dans le même organe chez le *St. paradoxa*, Th. Moore. Les belles descriptions qui ont été données de cette dernière espèce par Thibout (**77**) et par Scott (**69**) me dispensent donc de m'exposer à des redites en ce qui concerne le *St. schizodon.*

Je noterai seulement que les faisceaux de la couronne axiale du *St. schizodon* n'ont pas une course aussi régulièrement sinueuse que ceux du *St. paradoxa* et que quelques contacts se produisent dans les régions de rapprochement des faisceaux voisins.

La mise en rapport des traces staminales rentrantes avec les faisceaux de la couronne offre les mêmes variations que celles du *St. paradoxa.*

CHAPITRE X

Conclusions spéciales à la Fleur

§ 1. — *Résumé des faits*

A. — Description morphologique. — La fleur femelle des Cycadacées se présente, sauf pour le genre *Cycas,* sous la forme d'un cône plus ou moins volumineux qui porte les écailles ovulifères en disposition verticillée ou spiralée.

Chez les *Cycas*, l'écaille ovulifère ressemble beaucoup à une feuille ordinaire: elle est longue; son sommet porte un petit limbe lamelleux à bords pourvus de digitations plus ou moins développées, représentant des folioles réduites. Les ovules y sont dressés et distribués en plusieurs paires écartées l'une de l'autre.

Chez les autres Cycadacées, le long pédoncule des *Cycas* est remplacé par un court pédicelle d'insertion; le limbe terminal fait place à un écusson lamelleux et longuement triangulaire chez les *Dioon,* ou à un écusson plus ou moins massif de forme assez variable chez les autres genres. Le nombre des ovules y est réduit à deux qui sont insérés sur le bord de l'écusson et dirigés vers le bas.

La région extérieure de l'écusson porte parfois deux cornes recourbées vers le bas *(Ceratozamia)* ou simplement une longue pointe médiane, acérée et relevée à angle droit *(Macrozamia).* Chez les *Encephalartos* et les *Macrozamia*, chacun des bords de cet écusson est muni d'une aile retombante qui protège la graine latéralement.

La présence de poils articulés, bicellulaires est assez constante et la cellule terminale y est généralement simple; cependant, chez les *Zamia* et le *Microcycas calocoma* elle est ramifiée en harpon.

B. — Tissu libéro-ligneux de l'écaille. — α) *Ecaille proprement dite.* — L'appareil libéro-ligneux de l'écaille ovulifère montre deux

parties distinctes : l'une qui comprend *un système de faisceaux normalement orientés*, disposés sur une rangée à peu près parallèle au bord postérieur (ou inférieur) de l'écaille et l'autre, *un système de faisceaux antérieurs* généralement moins nombreux, et, le plus souvent, inversement orientés dans la plus grande partie de leur course.

Ce système antérieur ne manque que dans le genre *Dioon ;* il est cependant peu fréquent dans le genre *Cycas*.

Dans les genres *Cycas* et *Ceratozamia*, les faisceaux antérieurs *se détachent*, en descendant, des faisceaux postérieurs de telle sorte que l'établissement du système antérieur de l'écaille peut être facilement considéré comme dû à un plissement longitudinal de l'arc postérieur et au glissement, sur ces plis, de certains faisceaux qui étaient d'abord postérieurs. Mais, dans tous les autres genres, les faisceaux antérieurs descendent *librement* de la face antérieure (ou supérieure) de l'écusson sans qu'il soit possible de leur reconnaître à aucun niveau, au moins dans l'organe adulte, des rapports avec les faisceaux de l'arc postérieur.

Vers le bas, le système fasciculaire antérieur, inverse ou non, se réunit au système postérieur, mais plus ou moins tardivement suivant les genres, sauf dans le genre *Encephalartos* qui ne montre pas toujours cette réunion. Par suite, l'appareil libéro-ligneux tout entier n'est plus, d'ordinaire, constitué à la base du pétiole que par un seul arc de faisceaux normalement orientés ; c'est seulement dans le genre *Encephalartos* que les *deux systèmes, restant le plus souvent distincts, rejoignent séparément les faisceaux de la couronne axiale*.

Vers le haut de l'appareil, tous ses faisceaux postérieurs s'éteignent en pointe libre sous la surface externe de l'écusson ; les anastomoses entre faisceaux voisins y sont excessivement rares et toujours très réduites *(E. villosus) ;* mais par contre, *des dichotomies successives s'y produisent de bas en haut et s'y multiplient surtout dans la région terminale*.

β) *Système ovulaire*. — Presque jamais les deux couronnes tégumentaire et périnucellaire dont se compose le système libéro-ligneux ovulaire ne constituent, au-dessous de l'insertion de l'ovule, des cordons *exclusifs à l'une et à l'autre ;* au contraire, elles contribuent *toutes les deux, et d'une façon quelconque* à la formation d'une trace qui, restée plus ou moins longtemps plurifasciculée, se dirige d'abord

vers le sommet de l'écaille, sauf chez les *Cycas*, puis se recourbe ensuite vers sa base en se rapprochant des marges de l'appareil libéro-ligneux pétiolaire. Elles forment alors dans ces marges, soit exclusivement, soit après avoir reçu certains cordons descendus de l'écusson, le ou les faisceaux marginaux du système fasciculaire postérieur de l'écaille. Chez les *Encephalartos* et les *Macrozamia*, l'un des faisceaux de la trace ovulaire rejoint *directement* la marge du système antérieur de l'écaille.

γ) *Structure des faisceaux.* — Le bois centripète des feuilles ordinaires ne se rencontre bien caractérisé que *dans la région terminale de l'écaille* ; vers le bas, il se réduit à mesure que se développe le bois centrifuge. Très fréquemment, dans l'écusson, ce bois centripète se transforme, en descendant, *en un tissu de transfusion* qui peut former, parfois, une *gaine circulaire complète autour du faisceau (Zamia Wallisii* et *Microcycas calocoma*).

Le tissu de transfusion paraît donc avoir des rapports étroits avec le bois centripète. Il diffère au contraire beaucoup des tissus libéro-ligneux formés sur les plis externes dûs à l'extension de la zône cambiale.

Le bois centrifuge est plus ou moins abondant, mais c'est toujours lui qui prédomine à partir du sommet du pétiole. Quand le bois centripète persiste en quantité notable jusqu'à la base du pétiole, c'est seulement dans les gros faisceaux marginaux de l'arc, c'est-à-dire dans les faisceaux ovulaires.

La structure des faisceaux, dans les traces ovulaires de certains *Cycas*, est particulièrement intéressante. On y remarque en effet: 1° que les deux faisceaux formés à la base d'insertion de l'ovule par la réunion des couronnes tégumentaire et périnucellaire, se fractionnent, après leur rentrée dans le pédoncule ovulifère, en masses fasciculaires qui prennent la forme de bandes arquées *et se disposent sur un cercle* ; 2° que la zône cambiale normale des bandes précédentes subit *un retournement par plissement qui, d'abord localisé sur les bords de chacune des bandes, finit par s'étendre le long de leur face dorsale en face de laquelle elle amène la formation d'une bande externe continue à orientation inverse ; celle-ci peut d'ailleurs se fractionner en cordons libéro-ligneux postérieurs isolés et à orientation également inverse.* Ces formations postérieures persistent longtemps encore après la mise en rapport de la trace ovulaire avec l'arc libéro-ligneux pédonculaire.

Dans quelques cas, *les bords de certains faisceaux de l'écaille subissent eux aussi, un rebroussement vers l'extérieur*, suivi d'un fractionnement qui aboutit à la formation de cordons libéro-ligneux postérieurs inverses; ces derniers sont sourtout nombreux dans l'écaille ovulifère du *Microcycas calocoma*.

C. — Appareil libéro-ligneux de l'axe floral. — α) L'appareil libéro-ligneux des écailles ovulifères, en pénétrant dans l'axe floral, y constitue des traces rentrantes qui sont généralement *bifasciculées*; elles peuvent cependant aussi être *unifasciculées* (certains *Zamia)* ou même *plurifasciculées (Encephalartos)*.

Dans la plupart des genres, la couronne axiale qui résulte de la rentrée des traces successives reste unique (c'est-à-dire simple) ; mais dans le genre *Encephalartos*, elle est très complexe.

Le nombre et le parcours des faisceaux caulinaires de la couronne axiale sont variables suivant les genres.

Leur nombre, dans les genres *Zamia*, *Bowenia* et *Stangeria* est *égal à celui des orthostiques ;* chez les *Cerotozamia*, les *Dioon* et les *Encephalartos*, il lui est, au contraire, *supérieur*. Dans le premier cas, ces faisceaux ont *une course longitudinale régulièrement sinueuse*, oscillant à droite et à gauche des régions d'insertion des écailles ovulifères disposées en verticilles alternes. C'est dans leurs régions de rapprochement maximum qu'ils reçoivent les traces rentrantes ; là aussi se trouvent parfois des anastomoses réciproques. Dans le second cas, des divisions radiales de ces faisceaux, sans relation définie avec la disposition phyllotaxique des écailles, amènent la formation de faisceaux anastomotiques nouveaux *(Dioon, Ceratozamia*, par exemple). C'est à ces mêmes divisions, combinées avec la plurifascicularité des traces rentrantes qu'est dûe la complexité de la couronne libéro-ligneuse de l'axe floral des *Encephalartos* et la dispersion de ses faisceaux sur une zône circulaire parfois très étendue dans le sens radial (1). Ajoutons que les faisceaux les plus internes de cette zône peuvent en outre, par fractionnement de leurs marges, fournir de *petits faisceaux médullaires inverses*.

(1) Je rappelle que chacun de ces faisceaux présente, en outre, un certain nombre de cordons postérieurs qui sont dûs au rebroussement de leur zône cambiale normale.

6) Le bois centripète est peu développé dans la couronne de l'axe floral ; il n'est *représenté que par des trachéides isolées* en avant des faisceaux de cette couronne. Dans tous les cas, il semble surtout localisé dans la partie de l'axe dont les écailles sont fertiles.

Dans le pédoncule floral de l'*Encephalartos villosus* et du *Bowenia spectabilis*, les faisceaux de la couronne présentent des *cordons libéro-ligneux postérieurs (extérieurs) inverses* semblables à ceux déjà notés dans les traces ovulaires et dans le pédoncule ovulifère de certains *Cycas*. Ces cordons *ne restent pas intimement accolés aux faisceaux qui les ont produits, mais s'en écartent peu à peu vers l'extérieur,* certains d'entre eux *prenant alors une orientation normale*, ou bien devenant *exactement concentriques*. Cette disjonction peut être suivie d'un *nouveau retournement marginal et postérieur de la zône cambiale normale* des faisceaux de la couronne, mais celui-ci n'aboutit pas, cette fois, à la production d'une nouvelle série de cordons libéro-ligneux postérieurs.

Enfin, une dernière complication résulte de ce que la plupart des faisceaux de la couronne, tout en prenant part aux formations précédentes, *se courbent fortement vers l'intérieur* et, en se fractionnant plus ou moins, prennent l'aspect *de cordons complexes à disposition circulaire*.

Les pédoncules floraux ne sont pas des entre-nœuds, mais ils représentent *des portions de tiges feuillées* dans lesquelles il s'est, en même temps, produit un accroissement intercalaire longitudinal notable et une réduction plus ou moins considérable des feuilles bractéiformes.

En général, à l'intérieur des axes floraux, les canaux gommifères sont bien développés dans l'écorce ; ils le sont mal dans la moelle, surtout dans sa région centrale. Ces canaux médullaires disparaissent presque toujours au niveau du pédoncule florifère.

D. — Organe male. — L'appareil reproducteur mâle n'ayant été décrit qu'incidemment, je ne puis en donner ici un résumé d'ensemble. Ce serait d'ailleurs superflu après la belle étude qui en a été faite par Thibout (**77**). Je dirai simplement que mes résultats ne font que la confirmer.

Je noterai cependant que l'étamine de l'*Encephalartos Barteri* présente, de même que ses écailles ovulifères, *un système fasciculaire antérieur bien développé*. C'est là une particularité que Thibout n'a rencontrée que dans une seule étamine, celle de l'*Encephalartos Altensteinii*, chez laquelle elle n'est représentée que par un seul faisceau. Chez l'*E. Barteri*, ce système ne rejoint le système postérieur normal qu'après sa pénétration dans l'axe floral. Les traces rentrantes ainsi constituées sont donc *plurifasciculées* et les différents faisceaux qui les composent s'unissent séparément soit aux faisceaux de la couronne axiale, *à des niveaux successifs plus inférieurs*, soit à leurs anastomoses.

§ 2. — *Discussion*

Les questions que je me propose de discuter ici sont les suivantes :

1°. — *La fleur en général et l'axe floral en particulier rappellent un état ancestral.*

2°. — *Présence d'un système fasciculaire antérieur dans les écailles ovulifères et valeur de ce système.*

3°. — *Course dichotomique des faisceaux de l'écaille ovulifère.*

4°. — *Système libéro-ligneux ovulaire et ses relations avec le système de l'écaille.*

5°. — *Comparaison des parties de l'écaille ovulifère avec celles de la feuille végétative.*

6°. — *Faisceaux médullaires de l'axe floral.*

I). — Dans leurs remarquables travaux sur l'appareil reproducteur des Cycadacées et tout en se plaçant à des points de vue différents, le Comte de Solms-Laubach, Scott et Worsdell s'accordent pour conclure que la fleur montre une organisation plus primitive que celles de la tige et de la feuille.

C'est ainsi que le premier de ces éminents botanistes (**73**), étudiant les différences qui existent entre la couronne libéro-ligneuse de l'axe floral du *C. mexicana*, du *St. paradoxa*, du *Z. muricata* et du *D. edule* et celle de la tige, est amené à dire ceci : « ce qui est très remarquable, c'est la façon dont, sur une seule et même plante, la trace foliaire si compliquée dans l'appareil végétatif se transforme brusque-

ment en la trace si simple de la fleur; il semble bien évident que cette dernière est un vestige de l'organisation ancienne *(eine Reliquie uralter Organisation)* qui s'observe chez les ancêtres communs des Cycadacées et des Bennettitées, et que la trace végétative des Cycadacées est une particularité acquise dans le cours des temps et enfin que cette particularité matérialise pour nous l'évolution qui s'est faite dans le sens du simple au composé ».

Scott (69) se base sur un caractère différent. Après avoir constaté la présence de trachéides centripètes dans plusieurs pédoncules floraux il dit que l'apparition retardée du bois centripète dans cet organe est le seul point ayant une certaine importance par lequel ce tissu diffère du tissu correspondant dans la feuille (1). Or, ajoute-t-il, ceci ne prouve rien contre leur homologie réciproque; en effet, dans le pédoncule floral des Cycadacées, la portion ligneuse centripète est une structure vestigiale et il est naturel que, comme telle, elle soit lente à compléter son développement dans les organes adultes actuels.

Cet auteur, tout en faisant ses réserves en ce qui concerne l'attribution de tous les faisceaux concentriques des Cycadacées a un reste de structure ancestrale, établit finalement ce fait que le type *mesarch* de faisceau vasculaire, connu jusqu'ici comme étant limité à la feuille végétative des Cycadacées actuelles, se trouve aussi dans certains organes axiaux, notamment dans les pédoncules des *Stangeria, Bowenia* et quelques espèces de *Zamia* et de *Ceratozamia*.

Il conclut alors que le faisceau diploxylé, qui constitue chez les Cycadacées un des plus anciens caractères anatomiques, n'était pas originairement spécial à la feuille, mais qu'il y représente le vestige d'une organisation primitive autrefois également commune à la tige.

Ce caractère a complètement disparu dans la tige végétative des Cycadacées actuelles et ne survit plus que dans certains de leurs organes, parmi lesquels le pédoncule floral, qui paraissent avoir été moins modifiés que la tige.

Suivant l'opinion de Scott, ce caractère primitif indique des affinités avec les fossiles Lyginodendrées et Poroxylées.

(1) Thibout (77) avait relevé déjà, en avant des faisceaux réparateurs de l'axe floral mâle, la présence d'éléments vasculaires qu'il a désignés sous le nom de *trachéides annexes*, mais sans en indiquer la valeur anatomique.

ment en la trace si simple de la fleur; il semble bien évident que cette dernière est un vestige de l'organisation ancienne *(eine Reliquie uralter Organisation)* qui s'observe chez les ancêtres communs des Cycadacées et des Bennettitées, et que la trace végétative des Cycadacées est une particularité acquise dans le cours des temps et enfin que cette particularité matérialise pour nous l'évolution qui s'est faite dans le sens du simple au composé ».

Scott (69) se base sur un caractère différent. Après avoir constaté la présence de trachéides centripètes dans plusieurs pédoncules floraux il dit que l'apparition retardée du bois centripète dans cet organe est le seul point ayant une certaine importance par lequel ce tissu diffère du tissu correspondant dans la feuille (1). Or, ajoute-t-il, ceci ne prouve rien contre leur homologie réciproque; en effet, dans le pédoncule floral des Cycadacées, la portion ligneuse centripète est une structure vestigiale et il est naturel que, comme telle, elle soit lente à compléter son développement dans les organes adultes actuels.

Cet auteur, tout en faisant ses réserves en ce qui concerne l'attribution de tous les faisceaux concentriques des Cycadacées a un reste de structure ancestrale, établit finalement ce fait que le type *mesarch* de faisceau vasculaire, connu jusqu'ici comme étant limité à la feuille végétative des Cycadacées actuelles, se trouve aussi dans certains organes axiaux, notamment dans les pédoncules des *Stangeria, Bowenia* et quelques espèces de *Zamia* et de *Ceratozamia*.

Il conclut alors que le faisceau diploxylé, qui constitue chez les Cycadacées un des plus anciens caractères anatomiques, n'était pas originairement spécial à la feuille, mais qu'il y représente le vestige d'une organisation primitive autrefois également commune à la tige.

Ce caractère a complètement disparu dans la tige végétative des Cycadacées actuelles et ne survit plus que dans certains de leurs organes, parmi lesquels le pédoncule floral, qui paraissent avoir été moins modifiés que la tige.

Suivant l'opinion de Scott, ce caractère primitif indique des affinités avec les fossiles Lyginodendrées et Poroxylées.

(1) Thibout (77) avait relevé déjà, en avant des faisceaux réparateurs de l'axe floral mâle, la présence d'éléments vasculaires qu'il a désignés sous le nom de *trachéides annexes*, mais sans en indiquer la valeur anatomique.

antéro-médiane de l'organe de certains faisceaux de l'arc normal situés de chaque côté du plan médian. La seule différence entre eux est que, d'une part, le fait ne se manifeste qu'à la base de la feuille, tandis que, d'autre part, il s'observe dès la base des cornes externes de l'écusson.

Chez le *Cycas circinalis*, le système fasciculaire antérieur manque, il est vrai, dans la feuille végétative, tandis qu'il se rencontre dans l'écaille ovulifère. Mais ici, quoique beaucoup plus réduit que chez le *Ceratozamia mexicana*, il procède de même que chez lui.

J'ai établi que dans tous les autres genres, *ce système antérieur* de l'écaille se montre, dans sa partie supérieure, indépendant du système postérieur, mais qu'il le rejoint d'ordinaire vers le bas, soit dans le pétiole de l'écaille, comme chez le *Zamia*, soit même après sa rentrée dans l'axe floral, comme chez le *Bowenia*. Il n'est guère que chez les *Encephalartos* qu'il reste complètement indépendant dans toute la longueur de son parcours.

Dans la feuille ordinaire des mêmes genres, l'indépendance n'existe pas à proprement parler vers le haut. J'ai en effet montré que tous les faisceaux antérieurs du rachis dérivent des nervures du limbe des folioles et qu'ils ont, par conséquent, à un moment donné, été placés sur un arc postérieur (arc foliolaire ordinaire), de telle sorte que, bien qu'ils n'aient pas nécessairement contracté des rapports intimes avec les autres faisceaux de cet arc, on peut dire cependant qu'ils en sont dépendants. Vers le bas, ces mêmes faisceaux antérieurs rentrent souvent dans l'arc postérieur du rachis. Quelquefois cependant, ils peuvent rester indépendants de même que ceux de certaines écailles, mais alors cette indépendance est moins nette; elle n'est guère révélée, comme chez le *Macrozamia spiralis* par exemple, que par la considération des pointements trachéens.

En somme, dans la feuille végétative comme dans l'écaille ovulifère, le système fasciculaire antérieur peut rester, vers le bas, indépendant du système postérieur ; mais, vers le haut, tandis que dans la feuille végétative ce système se montre toujours dépendant du système postérieur, dans l'écaille ovulifère il semble être construit suivant deux types qui sont représentés, l'un par le *Ceratozamia mexicana* et le *Cycas circinalis*, l'autre par toutes les autres Cycadacées, sauf le *Dioon*.

Cette comparaison des organes végétatifs et des organes ovulifères m'amène cependant à penser que ces deux types décrits dans les écailles ovulifères ne sont pas essentiellement différents l'un de l'autre. Je crois en effet que l'indépendance absolue du système antérieur dans le sommet des écussons du 2e type n'est pas primitive, qu'elle est apparue *tardivement* dans le cours du développement de l'organe et, qu'à l'origine, tous les faisceaux de l'écusson ont dû *être distribués sur un arc unique*, absolument comme chez le *Ceratozamia mexicana* et le *Cycas circinalis*. C'est l'accroissement intercalaire auquel est dûe l'hypertrophie de ces écussons qui aurait, du même coup, abondamment plissé l'arc fasciculaire et dispersé ses faisceaux sur deux rangs, l'un antérieur, l'autre postérieur.

D'ailleurs, le *Ceratozamia purpurea* dont le système antérieur est, contrairement à celui du *Ceratozamia mexicana*, indépendant du système postérieur *au-dessous de la surface externe de l'écusson*, paraît servir de type intermédiaire, la différence notable qui existe entre ces deux espèces du même genre semblant être en rapport avec la forme finale de l'écusson.

Ainsi donc, le système antérieur de l'écaille ovulifère serait l'homologue de celui qui existe dans la feuille végétative. Celà est d'ailleurs d'accord avec l'opinion admise d'après laquelle l'écaille ovulifère doit être considérée comme une feuille ordinaire réduite et très spécialisée, opinion qui est confirmée par toutes mes recherches.

III. — Examinée de bas en haut, la course des faisceaux des écailles ovulifères montre que ces faisceaux s'y divisent, par une série de *dichotomies successives* qui sont surtout répétées vers les régions de terminaison. La présence de quelques rares et courtes anastomoses entre faisceaux voisins (*Encephalartos villosus*) n'est pas suffisante pour masquer l'évidence de ce fait. Or, l'étude du mériphyte de la feuille végétative m'a déjà conduit à formuler une conclusion analogue.

Je viens, d'autre part, de montrer que le système libéro-ligneux de l'écaille ovulifère peut se décomposer en deux parties ; l'une postérieure et l'autre antérieure, de même que celui de la feuille végétative et qu'il y a vraisemblement homologie entre les deux systèmes antérieurs de ces deux organes.

On peut donc dire que, malgré sa réduction, l'appareil libéro-ligneux

de l'écaille ovulifère considéré dans son ensemble rappelle celui de la feuille végétative. Mais il y a lieu de remarquer que, pour pouvoir constater cette homologie, il est nécessaire de faire intervenir, dans la feuille, la *considération des pointements trachéens*, tandis que, dans l'écaille, *cette considération est inutile*. De telle sorte que l'écaille ne se montre pas seulement comme un organe réduit, mais aussi comme un organe de moindre complexité dans lequel le système libéro-ligneux a davantage conservé la *simplicité primitive* (1).

IV). — *a)*. — L'innervation de l'ovule ou de la graine n'a été l'objet d'aucune description détaillée (2) et M. Van Tieghem (76) ne traite ce sujet que d'une façon incidente. Il dit : « chaque ovule reçoit du pétiole un faisceau qui se bifurque en y pénétrant ; la branche médiane se rend au nucelle, les deux latérales entrent dans la membrane en demeurant simples dans le *Cycas*, en se trifurquant chacune pour former six branches dans les *Zamia* et *Macrozamia*, en se divisant chacune en six pour former douze branches dans le *Dioon*. Dans tous les cas, le système vasculaire total de l'ovule ne possède qu'un seul plan de symétrie ; l'ovule est donc de nature appendiculaire ; et comme il est inséré sur un appendice, comme son arc vasculaire est tangent au même plan que celui de cet appendice et orienté du même côté, on voit qu'il se comporte anatomiquement comme un segment de feuille par rapport à la nervure médiane, comme une foliole de feuille composée par rapport au pétiole qui la porte ».

Mes recherches ne concordent avec la description précédente que dans un seul cas, celui du *Zamia* ; là, en effet, on retrouve la régularité que le savant botaniste du Muséum a signalée, à savoir que le faisceau marginal du pétiole de l'écaille se divise deux fois en pénétrant dans l'ovule pour donner trois branches dont *l'une fournit exclusivement la couronne périnucellaire*.

(1) L'existence du système antérieur n'est pas en contradiction avec cette conclusion, car M. Lignier a signalé (41) la présence de faisceaux antérieurs dans les écailles involucrales du *Bennettites Morierei*, Sap. et Mar. Il a même montré que ces faisceaux y ont une orientation renversée et que, vers le bas, ils rentrent dans l'arc postérieur en s'accolant aux bords des faisceaux de cet arc. La destruction de la partie supérieure des écailles n'a pas permis à M. Lignier de suivre la terminaison de ces faisceaux vers le haut.

(2) Je rappelle néanmoins qu'Oliver (54) vient de publier un travail que j'analyse plus haut dans lequel il a l'occasion de suivre le parcours des faisceaux du *Cycas Rumphii* ; ce parcours se rapporte presqu'en tous points à celui que j'ai relevé chez le *Cycas circinalis*.

Dans tous les autres cas, cette dernière couronne n'est pas dûe aux divisions successives d'un faisceau unique, mais au contraire à certaines ramifications de faisceaux quelconques qui, pénétrant dans la base de l'ovule, envoient leurs autres branches dans la couronne tégumentaire.

J'ajouterai que ce fait ne semble pas détruire les conclusions de Van Tieghem et que, de même que lui, je suis amené à admettre la nature appendiculaire de l'ovule, c'est-à-dire, en un mot, l'interprétation d'après laquelle il correspondrait à une foliole fertile.

b). —Il est un autre point sur lequel je désire maintenant retenir un instant l'attention. On remarquera que dans toutes les descriptions précédentes, j'ai substitué le mot couronne *périnucellaire* à celui de couronne *nucellaire*. Je crois en effet qu'en présence des faits si suggestifs qui nous ont été dernièrement signalés par Oliver et Scott (**55**) à propos de graines du *Lagenostoma Lomaxi* et par Kidston (**30**) à propos de fructifications du *Neuropteris heterophylla,* il est bon d'agir avec la plus grande circonspection en ce qui concerne l'attribution exclusive de cette couronne au nucelle de l'ovule.

En effet, en raison des rapports que les faisceaux de la couronne tégumentaire contractent avec ceux du reste de l'écaille, en raison aussi des rapports que les faisceaux de la couronne périnucellaire contractent avec ceux de la couronne dite tégumentaire, je suis amené à penser que ces derniers correspondent au système nervulaire d'une foliole ou de pinnules d'une penne relevées et concrescentes en cupule et que le système périnucellaire représente une *chose ajoutée, accidentellement insérée* sur elles. N'y aurait-il donc pas là quelque chose de comparable à ce qui existe chez le *Lagenostoma Lomaxi*, le système tégumentaire étant l'équivalent des faisceaux de la cupule et le système nucellaire l'équivalent des faisceaux qui *pénètrent dans l'enveloppe* et entourent la macrospore (1).

Mais, si l'on se souvient que chez toutes les Filicinées connues, les

(1) J'ajouterai d'ailleurs que mon maître, M Lignier, vient de me communiquer une courte lettre de M. Oliver; ce botaniste dit qu'une note est sous presse dans laquelle le Dr Scott et lui-même expriment l'opinion que la couronne libéro-ligneuse interne de l'ovule des Cycadacées est plutôt tégumentaire que nucellaire; il dit en outre que Miss Stopes vient de constater la présence de faisceaux dits nucellaires dans la partie interne du tégument de certaines espèces.

sporanges sont toujours placés sur la face inférieure des feuilles, on se trouve logiquement amené à penser que les faisceaux des folioles formant cupule devraient être orientés bois en dehors, ce qui n'est pas le cas de nos Cycadacées. Dès lors, et ici je ne fais que profiter des leçons que j'ai reçues, n'y a-t-il pas lieu de penser que, en partant de types filicinéens primitifs chez lesquels les sporanges étaient probablement situés au sommet des nervures, c'est-à-dire au bord de la feuille, il s'est différencié deux types nouveaux, l'un chez lequel les sporanges sont descendus sur la face inférieure comme, par exemple, chez les Fougères actuelles et les Conifères, l'autre chez lequel ils auraient gagné la face supérieure de l'écaille ovulifère, comme chez les Cycadacées.

V). — Je viens d'affirmer par des arguments nouveaux l'opinion, d'ailleurs classique, d'après laquelle l'écaille ovulifère est l'homologue de la feuille végétative. Il me reste maintenant à rechercher certaines homologies des parties dont se composent cette écaille et cette feuille végétative.

L'écaille ovulifère des *Cycas* est certainement de beaucoup celle qui se rapproche le plus de la feuille stérile ; on y retrouve encore facilement le long rachis, les premières folioles inférieures représentées par les ovules, puis les folioles terminales groupées et réduites dans la petite expansion terminale. Mais, chez les autres Cycadacées, les homologies sont souvent plus difficiles à établir surtout pour la partie transformée en écusson, car le pétiole et la paire d'ovules sont encore facilement assimilables aux parties correspondantes des *Cycas*.

En ce qui concerne l'écusson, le *Dioon* et le *Ceratozamia mexicana* semblent être intermédiaires entre les *Cycas* et les autres Cycadacées.

En effet, si l'on se reporte aux descriptions qui ont été données de ces deux espèces, on voit que chez le *Dioon edule*, l'écusson se montre étalé en un limbe assez semblable à celui des *Cycas* portant quelques petites dents marginales qui représentent des folioles atrophiées. Chez le *Ceratozamia mexicana*, il y a nettement *insertion de deux folioles latérales* (cornes externes) *sur un rachis très réduit* mais encore apparent (pointe médiane). On voit, en outre que cette insertion est telle que le système fasciculaire antérieur n'est pas, dans ce cas, autre chose que la base des faisceaux

foliolaires qui rentrent les premiers et qu'en somme les mériphytes foliolaires ne s'insèrent pas sur le bord du mériphyte pétiolaire mais sur *la face interne de ce bord*. De telle sorte que, par comparaison avec ce qui se passe dans la feuille végétative, cette insertion particulière semble être la conséquence d'un pli longitudino-latéral qui tendrait à la formation d'un arc en Ω.

Chez le *Ceratozamia purpurea* et chez le *C. Katzeriana* les homologies deviennent déjà plus difficiles; en effet, les cornes externes y sont espacées l'une de l'autre et très réduites; il n'existe pas de pointe médiane entre elles et l'écusson est fortement aplati dans le sens radial.

Chez le *Macrozamia spiralis*, on retrouve cette pointe externe très développée et les faisceaux qui la parcourent dans toute sa longueur sont indépendants de ceux qui se dispersent dans l'écusson; il semble donc qu'il y a là l'indication d'un rachis plus prolongé que chez le *Ceratozamia mexicana;* par contre on n'y observe aucun indice de folioles latérales.

Dans tous les autres genres, on ne distingue ni rachis terminal ni folioles; la réduction est extrême et la condensation est telle que toute homologation est, sinon impossible, du moins très difficile.

VI. — On avait déjà signalé dans la tige des *Encephalartos* un système de faisceaux médullaires caractéristique du genre. J'ai retrouvé la présence de semblables faisceaux dans le pédoncule floral de l'*Encephalartos villosus*. De même que ceux qui ont été relevés par Worsdell (**93**) dans l'axe du cône mâle du *Ceratozamia latifolia* et discutés par lui, ils y constituent un anneau intrafasciculaire réduit qui peut être rapporté au système analogue des *Medullosa Solmsii*, *porosa* et *stellata*, figurés par Weber et Sterzel (**84**).

TROISIÈME PARTIE

GERMINATIONS

HISTORIQUE

Je n'aborde pas dans cette dernière partie de mon mémoire l'étude de la tige des plantes adultes. Néanmoins, je crois bon de donner ici un résumé rapide des travaux antérieurs qui, à des points de vue divers, ont traité ce sujet; je ne discuterai d'ailleurs leurs conclusions que lorsqu'elles toucheront par quelque point à mon étude des germinations.

Les premiers auteurs qui, au commencement du siècle dernier, se sont occupés des Cycadacées, en ignoraient presque complètement la structure anatomique. Leurs opinions, du reste très diverses, étaient basées le plus souvent sur la forme extérieure des plantes et n'étaient émises que dans le but de déterminer la place systématique du groupe dans le règne végétal.

C'est ainsi que Rheede, Boerhave, Adanson et Ach. Richard rangent les Cycadacées parmi les Palmiers, Rumphius, A. L. de Jussieu et Desfontaines parmi les Fougères et Linné tour à tour dans l'une ou l'autre de ces deux familles.

Après eux, du Petit-Thouars montre que leur embryon est dicotylédoné et Peerson, créant la famille des Cycadées, la place entre les Fougères et les Palmiers.

Cl. Richard et R. Brown, tout en confirmant la découverte de du Petit-Thouars, leur reconnaissent avec les Conifères des affinités basées sur les caractères tirés de la fleur et de la graine. Néanmoins, la forme de la tige l'emporte dans leurs conclusions et les entraîne à ranger les Cycadacées parmi les Dicotylédonés.

Hooker s'élève contre toute idée de parenté avec les Conifères ; par contre, la présence de feuilles pennées, la forme et l'anatomie de la tige lui sont autant d'arguments en faveur d'un rapprochement avec les Palmiers.

Endlicher place les Cycadées avec les Equisetées, les Fougères, les Hydroptéridées et les Sélaginées, dans un groupe de Protophytes qu'il fait entrer dans son ordre des Acrobrya.

Brongniart *(Recherches sur l'organisation des tiges des Cycadées, 1829)* est le premier auteur qui ait cherché à tirer de l'anatomie quelques caractères plus précis. Il reconnaît que la structure interne des Cycadées s'éloigne de celle des Monocotylédonés et se rapproche de celle des Conifères. Malheureusement ce botaniste ne sait pas reconnaître le liber de telle sorte qu'il admet que la tige n'en possède pas ; il s'avoue en outre impuissant à expliquer la raison d'être du double anneau fibreux (zône extrafasciculaire) qui ne peut, pense-t-il, être assimilé aux couches ligneuses annuelles des Dicotylédonés.

Hugo von Mohl (*Ueber den Bau der Cycadeen-Stammes und sein Verhältniss zu dem Stammes der Coniferen und Baumfarn, 1832*) corrige l'erreur de Brongniart en ce qui concerne le liber. Il décrit dans deux espèces de *Zamia* (1) la course des faisceaux médullaires, leur sortie à travers les rayons médullaires, les ornementations des éléments vasculaires, la valeur qu'on doit accorder à ces éléments en vue d'un rapprochement avec les Fougères et leur analogie complète avec les trachéides des Conifères.

En ce qui concerne les zônes libéro-ligneuses extérieures au cylindre central, cet auteur croit qu'elles sont formées par des fibres descendantes; il dit en effet : « Tant que la plante reste jeune et que son corps ligneux est encore tendre, celui-ci reste simple en recevant les fibres descendantes; mais quand la plante vieillit, cet état de choses cesse; les nouvelles fibres qui trouvent plus d'espace dans la substance

(1) Ces *Zamia* ont été reconnus pour appartenir au genre *Encephalartos*.

corticale, quittent le cylindre ligneux intérieur pour s'étendre vers l'extérieur et vers le bas; elles forment ainsi, en se groupant en plus grand nombre, un cercle étroit et discontinu autour du cylindre ligneux central. »

Miquel *(Monographia Cycadearum*, 1842) ne fait qu'indiquer brièvement certains caractères anatomiques comme, par exemple, la nature du tissu médullaire et la ponctuation des trachéides.

Il croit reconnaître dans la structure de la tige une analogie avec celle des Protophytes d'Endlicher.

Link *(Ueber die Stellung der Cycadeen in natürlichen System, 1843)* se rallie à l'opinion de de Mohl en ce qui concerne la structure anatomique, mais, chose bizarre, il conclut que les Cycadacées sont des Palmiers incomplètement développés.

Karsten *(Organographische Betrachtungen der Zamia muricata, 1856)*, étudie tout spécialement le *Zamia muricata,* Willd. et, dans son travail, ce sont le développement des organes de reproduction et la structure des jeunes feuilles qui tiennent la plus large place. Reprenant les travaux de ses prédécesseurs il est amené à combattre tout rapprochement des Cycadées avec les Palmiers; s'il ne conclut pas à leur parenté étroite avec les Conifères, il admet du moins que les affinités peuvent être recherchées de ce côté.

Lestibondois *(Mémoire sur la structure des Cycadées, 1860)*, en présence de tant d'incertitude, reprend l'étude des Cycadées et conclut que si ces plantes ont quelque ressemblance apparente avec les Fougères arborescentes et avec les Monocotylédones ligneuses, elles n'en ont aucunement la structure. Elles ont au contraire tous les attributs des Dicotylédones dont elles possèdent la structure fondamentale. Si les particularités de leur organisation les rapprochent en général des Conifères, du moins certaines dispositions singulières leur appartiennent en propre ; telles sont, la persistance prolongée de la vie dans les bases des feuilles, l'anastomose en réseau des fibres foliaires à la périphérie de la médulle corticale, la formation de faisceaux dans la moelle centrale et surtout la formation de faisceaux externes aux fibres corticales. Cette formation des faisceaux fibro-vasculaires en dehors des éléments corticaux primitifs marque une véritable transition des Dicotylédonés aux Monocotylédonés

La description la plus complète qui ait été donnée de l'anatomie des

Cycadées, est incontestablement celle de Mettenius *(Beiträge zur Anatomie der Cycadeen, 1860)*. Cet auteur, à qui l'on doit la découverte de la structure diploxylée des faisceaux foliolaires, se livre à une étude d'ensemble où la course en ceinture des traces foliaires est minutieusement décrite et figurée dans quatre espèces de genres différents.

Toutefois, les zônes concentriques dites extrafasciculaires ne sont que brièvement signalées ; elles ne sont soumises à aucune interprétation.

A partir de 1860 jusqu'à nos jours, on ne trouve plus, sur les Cycadacées, que de rares et courts travaux.

Reinke (*Beiträge zur Kenntniss der Gymnospermen-Wurzel, 1873*). consacre quelques pages à la structure et au développement de leur racine.

Costantin et Morot *(Origine des faisceaux ligneux surnuméraires des Cycadées, 1885*), disent, dans une courte note sans figures, que les formations ligneuses anormales d'un gros tronc de *Cycas siamensis*, Miq. ont leur origine dans le péricycle.

Bertrand et Renault *(Remarques sur les faisceaux foliolaires des Cycadées actuelles et sur la signification morphologique des tissus unipolaires diploxylés, 1886)*, supposent que la partie centrifuge du faisceau foliaire est totalement secondaire et donnent comme conclusion que les Cycadées, Poroxylées et Lyginodendrées dérivent des Lycopodinées et non des Filicinées.

Gregg *(Anomalous thickening in the roots of Cycas Seemanni, 1887)*, relève dans la racine du *C. Seemanni*, deux cas particuliers de structure qu'il considère comme anormaux ; j'aurai l'occasion d'y revenir en cours de description.

Je citerai encore, mais pour mémoire seulement, l'étude de Pearson sur une germination du *Bowenia spectabilis*, Hook. (1898), car cette espèce n'a pas été envisagée dans le présent travail.

Enfin Worsdell, de 1896 à 1901, a publié plusieurs notes où sont étudiées successivement quelques tiges adultes et plusieurs germinations. La grande préoccupation de cet excellent auteur, a qui l'on est redevable de nombreux et précieux renseignements, est d'établir les liens de parenté possible des Cycadées avec les groupes disparus. Selon lui, les cordons libéro-ligneux inverses situés entre les zônes

libéro-ligneuses successives représentent un reste d'organisation ancestrale dont le type doit être recherché parmi les Médullosées. L'origine de formation des zônes extrafasciculaires n'est pas envisagée et Worsdell, qui n'en parle d'ailleurs qu'incidemment, semble se rallier à l'opinion de Costantin et Morot.

On verra plus loin que si la structure particulière de certaines germinations me porte à confirmer en l'accentuant l'opinion de Worsdell en ce qui concerne les rapports phylogénétiques des Cycadacées, basés sur la structure de l'appareil libéro-ligneux d'organes axiaux comme la tige et le pédoncule floral, l'origine des zônes dites extrafasciculaires ne me semble pas devoir être comprise dans le sens indiqué par Costantin et Morot.

CHAPITRE I

1er Type. — *Dioon edule,* Lindl.

GERMINATION a

Cette germination, âgée de trois mois, est encore attachée à la graine par ses deux cotylédons. Elle ne possède qu'une seule feuille bien développée, laquelle est pourvue de douze paires de folioles à quatre dents terminales (fig. 227, pl. XIV). A l'intérieur de la base de cette feuille, dont les bords sont repliés l'un sur l'autre, se trouve une seconde feuille qui elle-même protège deux petits mamelons foliaires inégaux.

Les deux cotylédons que renferme la graine sont inégalement développés et entourés par un endosperme farineux auquel ils adhèrent intimement. Le plus volumineux a une vernation légèrement condupliquée et son extrémité est brusquement repliée sur celle du plus petit.

Dans leur région moyenne, les cotylédons sont connés, mais leur ligne de soudure reste visible grâce à la présence d'une double rangée de cellules plus petites, plus carrées, plus intimement unies que dans le reste du tissu, et à noyaux plus nets. La région inférieure et le sommet des cotylédons sont au contraire libres, et leur section transversale a la forme d'un croissant.

Les pétioles cotylédonaires sont également distincts et, à un niveau où ils ont une brusque courbure à angle droit vers le bas, ceux de leurs bords voisins qui sont situés vers le haut, s'écartent l'un de l'autre pour livrer passage à la feuille externe. A quelque distance au-dessus de leur région d'insertion sur l'axe (fig. 229), ces pétioles se soudent de nouveau entre eux pour former une gaîne circulaire qui entoure la tigelle.

Le plus fort des deux cotylédons possède quatre faisceaux disposés sur un arc très ouvert et le plus petit deux seulement. Ce dernier

montre en outre, mais seulement tout à fait à la base de son pétiole, et tout près de la face antérieure, deux autres cordons très grêles qui sont situés de part et d'autre des deux faisceaux préexistants.

Je reviendrai ultérieurement sur ces petits cordons dont la rentrée dans l'axe végétatif se fait d'une façon particulière.

Les faisceaux cotylédonaires sont *pourvus de bois centripète sur toute leur longueur* et ils ne présentent de bois centrifuge qu'au-dessous de la région supérieure des pétioles. A la base de ceux-ci, les deux portions centrifuge et centripète, à peu près d'égal développement, ne comprennent pas plus de 8 à 10 éléments. Ce sont des trachées grêles avec spiricule unique et à tours lâches et des vaisseaux progressivement plus grands à ponctuations elliptiques et obliques ou à ornementation réticulée.

Cet aspect des faisceaux libéro-ligneux reste tel non-seulement dans toute la longueur de la gaîne circulaire formée par la soudure des bords pétiolaires, mais même après la réunion complète de cette gaîne avec l'axe. Le bois centripète y reste toujours bien développé ; il ne s'étale latéralement, comme l'indique la figure 228, et ne disparaît ensuite qu'à une très faible distance du point de raccord de la tige avec la racine.

Sauf les deux petits faisceaux marginaux de l'un des cotylédons, les faisceaux cotylédonaires restent, le long de la tigelle, dans l'écorce *en dehors des faisceaux foliaires* et leur course descendante y est *verticale*. Cette situation respective des traces cotylédonaires et des traces foliaires persiste dans toute la longueur de l'axe. Je n'y reviendrai plus qu'en étudiant le mode d'union de la tige avec la racine.

Les canaux gommifères, peu nombreux, sont situés sur une seule rangée et ils *alternent* avec les faisceaux libéro-ligneux cotylédonaires.

Axe végétatif. — Dans cette germination qui est très jeune, la tigelle ne montre pas de couronne libéro-ligneuse continue ; les faisceaux foliaires y restent encore distincts les uns des autres, de telle sorte que l'organe tout entier peut être considéré comme une agrégation de bases foliaires dont les traces descendantes constituent en totalité l'appareil libéro-ligneux.

Celles de ces traces foliaires qui sont les plus jeunes ont une course simplement *verticale*. Dans les traces plus âgées, on remarque au contraire que certains de leurs faisceaux présentent une course *tan-*

gentielle sur laquelle je tiens à donner quelques éclaircissements. Dans ce but, je suivrai la trace de la feuille F_1 la première au-dessus des cotylédons.

La base de cette feuille comprend sept faisceaux (fig. 229) qui, après leur rentrée dans l'axe commun se comportent de façons différentes. Le faisceau médian conserve une *course descendante régulièrement verticale* et il en est de même des deux premiers faisceaux de la moitié droite. Quant aux autres faisceaux, et spécialement ceux de la marge gauche, ils subissent bientôt une déviation qui les rapproche de la région opposée à celle de l'insertion du faisceau médian de la feuille. La comparaison entre elles des feuilles d'âges successifs montre d'ailleurs que *cette déviation résulte de ce qu'un accroissement intercalaire intense s'est produit à ce niveau et dans cette région sous l'influence de la feuille immédiatement plus intérieure* en voie de développement. Grâce à cet accroissement intercalaire il s'est même produit, en outre de cette déviation, un dédoublement longitudino-radial qui se manifeste non-seulement sur chacun des faisceaux mais aussi sur le submarginal de la branche gauche; l'une de leurs moitiés reste à peu près verticale dans la suite, tandis que l'autre forme *une anastomose transverse qui s'allonge horizontalement* dans le demi-cercle cortical opposé au faisceau médian de la même trace. Toutefois, dans le faisceau marginal de droite, l'écartement des branches est moindre que dans celui de gauche et la course de la branche tangentielle n'y a encore qu'une moindre étendue.

Cette dernière particularité, de même que le fait que la déviation des faisceaux de la feuille F_I est en général plus accentué à gauche qu'à droite, tient à ce que la feuille F_{II} à laquelle est dû l'accroissement intercalaire qui l'a produite n'est pas rigoureusement en face de la feuille F_I mais elle-même un peu à gauche (fig. 229, pl. XIV).

Ces faits ne sont spéciaux à la trace F_I que *par leur accentuation.* En effet, sous l'influence du développement de la feuille F_{III}, les faisceaux marginaux de la trace F_{II} *présentent déjà une course tangentielle ;* mais, moins accentuée que précédemment, celle-ci n'arrive pas à former un anneau complet en dehors de F_{III}.

Mettenius (**45**) a décrit avec de grands détails la course en ceinture des traces foliaires dans la tige de différentes espèces et sur des échantillons âgés. Il a ainsi montré que l'arc foliaire se réduit à deux

faisceaux qui prennent, immédiatement après leur rentrée dans la tige, une course tangentielle circulaire et viennent se rejoindre ou non en un point de la couronne axiale opposé à celui de leur pénétration. Cet auteur n'ayant pas établi la cause d'un pareil fait, j'ai cru bon de chercher à combler cette lacune. La netteté des résultats que je viens d'exposer ci-dessus permet du reste de supposer qu'ils se vérifieront sur d'autres germinations.

L'examen des traces des trois premières feuilles est encore intéressant à un autre point de vue.

J'ai dit plus haut que les faisceaux cotylédonaires conservent leur bois centripète jusqu'à un niveau très inférieur et voisin du point de raccord de la tige avec la racine. Or, *ce bois centripète se retrouve également et semblablement conditionné dans les faisceaux des traces foliaires*. Il y a plus : ceux d'entre eux qui descendent de la plus jeune feuille F_{III} déjà nettement différenciée *n'ont aucune trace de bois centrifuge* (fig. 232, pl. XV). Je dois cependant ajouter que, même dans les deux traces foliaires les plus anciennes, le bois centripète ne subsiste pas aussi loin vers le bas que celui des faisceaux cotylédonaires ; peu à peu il disparaît sans retournement latéral et fait place au seul bois centrifuge.

Raccord de la tige avec la racine : Le mode d'union de la tige avec la racine est simple et d'observation facile.

La course descendante verticale des faisceaux cotylédonaires que j'ai déjà indiquée se poursuit telle jusqu'au moment où les faisceaux foliaires, après s'être rangés en un cercle régulier (fig. 231, pl. XIV), se sont réduits à quatre gros faisceaux séparés par de larges rayons médullaires.

C'est à la faveur de chacun de ces rayons que s'opère la rentrée des faisceaux cotylédonaires (fig. 233, pl. XIV et fig. 234, pl. XV). Cette rentrée est *brusque :* les six faisceaux qui y prennent part, convergent vers les pôles de la racine, au nombre de trois, et s'unissent deux à deux en face de ces pôles, soit en dehors soit en dedans du cylindre central. Au cours de cette convergence, leurs libers se placent sur le cercle libérien des faisceaux de la tigelle et leurs productions libéro-ligneuses secondaires prennent contact latéralement avec celles de ces mêmes faisceaux (fig. 235, pl. XV). Ceux-ci s'élargissent en outre

rapidement en étendant leurs zônes cambiales propres de telle sorte que l'ensemble constitue finalement une couronne libéro-ligneuse continue qui se poursuit directement vers le bas dans la couronne secondaire de la racine.

Quant aux régions ligneuses primaires centripètes des faisceaux cotylédonaires, elles semblent se mettre en continuité directe avec les pôles trachéens de la racine. Plus bas, ces derniers se prolongent vers l'intérieur par des lames ligneuses qui se rejoignent au centre de l'organe (fig. 236, pl. XV) et *dont les éléments à ponctuations elliptiques sont très différents des vaisseaux scalariformes dont se compose le bois centripète des faisceaux cotylédonaires*. En effet, ainsi que je l'ai déjà indiqué, ce dernier bois centripète disparaît à l'extrémité inférieure de ces faisceaux cotylédonaires au cours de leur trajet radial oblique à travers les rayons médullaires.

En somme, il n'existe de rotation de 180° ni pour les faisceaux de la tigelle ni pour ceux des cotylédons et l'ensemble des faits montre que c'est *directement sur les pôles ligneux des faisceaux cotylédonaires* que s'est faite l'insertion des pôles ligneux du faisceau tripolaire de la racine. L'axe hypocotylé à l'extrémité inférieure duquel elle se produit est très court.

La considération des petits faisceaux marginaux c'_1 et c''_1 que j'ai précédemment signalés dans la base de l'un des pétioles cotylédonaires et que j'ai négligés à dessein dans le raccord de la tige avec la racine, ne peut infirmer cette opinion ; leur union précoce avec deux faisceaux foliaires (fig. 231 et 233, pl. XIV), semble au contraire démontrer qu'ils sont d'apparition tardive et, en tous cas, leur extrême réduction qui correspond à celle du cotylédon auquel ils appartiennent ne leur permet de jouer aucun rôle dans l'insertion de la racine sur les mériphytes cotylédonaires.

Je noterai enfin (fig. 233, pl. XIV) que la mise en rapport des pôles de la racine avec les faisceaux cotylédonaires ne se fait pas de la même façon à la base des deux cotylédons. Tandis que l'un s'insère sur un couple formé par les deux faisceaux médians du cotylédon C_I, les deux autres s'insèrent sur deux couples formés par les faisceaux latéraux du cotylédon C_{II}. En outre, alors que l'union des bases des faisceaux cotylédonaires se fait en dehors du cercle des faisceaux foliaires pour le cotylédon C_I et pour l'un des couples d'insertion du

cotylédon C_{II}, elle se fait en dedans pour le deuxième couple de ce dernier.

Ce sont là des faits d'importance secondaire que j'ai cru devoir négliger un instant pour ne pas nuire à la clarté de ma description, mais qu'il était nécessaire cependant de signaler non seulement pour la rigueur de la description mais encore parce que j'aurai à les utiliser ultérieurement.

GERMINATION b

Un plant de semis de la même espèce âgé de deux ans et demi environ, portant déjà quatre feuilles et beaucoup plus développé par conséquent que la germination précédente, m'a été procuré par M. Costantin. Son étude, comparée avec celle de cette dernière, présente quelques faits intéressants.

Tout d'abord, *les plus jeunes traces foliaires y ont également une course descendante entièrement* VERTICALE. *La course en ceinture ne s'y montre qu'à la base des feuilles moins jeunes et elle est* PROGRESSIVEMENT PLUS ACCENTUÉE DANS LES TRACES DE PLUS EN PLUS AGÉES; elle y est encore dûe à un *accroissement intercalaire plus ou moins intense occasionné par le développement des feuilles plus jeunes.*

L'absence de toute zône cambiale continue reliant les faisceaux foliaires descendants et l'indépendance prolongée de ces derniers jusqu'à la base de la tige, montre que, dans cette germination comme dans la précédente, l'axe peut encore être considéré comme dû à une concrescence de bases foliaires dont les mériphytes restent plus ou moins longuement distincts.

La tige montre donc, en sections transversales, un certain nombre de faisceaux foliaires. Ceux-ci, aux niveaux supérieurs, sont dispersés dans une zône d'accroissement radial parenchymateux assez épaisse; dans l'axe hypocotylé, ils se rapprochent les uns des autres et s'accolent entre eux pour constituer, de même que dans la germination précédente, des groupes fasciculaires entre lesquels pénètrent les traces cotylédonaires.

Ces deux traces sont encore quadrifasciculées, comme dans la première germination, mais les quatre faisceaux de chacune d'elles y sont tous égaux, aussi restent-ils *tous corticaux*. Leur course est de

même régulièrement verticale jusque dans la région d'union avec la racine.

Cette union se fait d'une façon comparable à celle qui a été décrite pour la première germination (fig. 237 et 238, pl. XV) et les faisceaux cotylédonaires, s'unissent encore deux à deux pour converger vers chacun des pôles ligneux de la racine, mais ceux-ci sont ici au *nombre de quatre*. En outre, le *groupement par deux des faisceaux cotylédonaires s'y produit de façon différente* : deux d'entre eux sont dûs à la réunion des faisceaux médians de chaque trace, les deux autres se font aux dépens des faisceaux marginaux ; à cet effet, chacun de ces derniers, subissant une déviation dans sa course radiale, vient, après une courbe de 90°, s'unir à son symétrique de la trace opposée. Les groupes cotylédonaires ainsi formés à 90° les uns des autres, rejoignent les pôles ligneux correspondants, également situés à 90° les uns des autres.

C'est encore après une course brusquement radiale et presque horizontale que se font ces convergences vers les quatre pôles de la racine.

Le bois primaire ne forme pas, comme dans le cas précédent, une masse ligneuse compacte d'aspect étoilé et pénétrant jusqu'au centre de la racine ; il est restreint à quelques éléments ponctués qui sont disposés au voisinage des pôles trachéens et suivant des lames rayonnantes très peu prolongées, à la périphérie d'un abondant tissu parenchymateux central.

Toute la région axiale de la racine a en effet subi une prolifération et une hypertrophie considérables qui ont disloqué le tissu libéro-ligneux et l'ont rejeté vers la périphérie de l'organe. Les séries radiales ligneuses et libériennes de la couronne secondaire se trouvent ainsi non seulement séparées les unes des autres par de larges espaces de tissu parenchymateux, mais aussi dispersées dans un sens radial en fragments très écartés (fig. 240). Grâce à la décortication superficielle, les tissus libériens primaires, également tous disloqués, sont devenus voisins de la surface de la racine.

Cette prolifération hypertrophiante qui se manifeste très près de la base de la racine, ne cesse que trois centimètres plus bas. Le cylindre libéro-ligneux de cette région prend ainsi un aspect napiforme qui cependant, en raison de l'exfoliation correspondante de la région super-

ficielle, ne se traduit par aucun renflement extérieur. Malgré mes recherches attentives, je n'y ai observé aucun micro-organisme ; j'y ai seulement constaté une grande accumulation d'amidon dans toutes les cellules centrales. Il semble donc n'y avoir simplement là qu'une formation de réservoir nutritif.

Appareil sécréteur. — Dans l'une et l'autre des deux germinations précédentes, les feuilles renferment des canaux gommifères qui descendent dans la tige et s'y localisent dans la région corticale. A la base de la tige principale, ils s'unissent rapidement entre eux et, disposés sur un seul cercle, ils rejoignent les canaux cotylédonaires. Ils *se prolongent ensuite à la périphérie de la racine* et n'y disparaissent que 7 à 8 millimètres plus bas.

C'est le seul cas, à ma connaissance, où la présence des canaux gommifères ait été relevée dans la racine des Cycadacées.

Résumé des Germinations du *Dioon edule.*

Les principaux faits à retenir de cette étude de germinations du *D. edule* sont les suivants :

1°. — L'appareil libéro-ligneux de la tige est *exclusivement constitué par les traces foliaires descendantes ;* ces différents mériphytes y restent longtemps distincts.

2°. — Dans les feuilles très jeunes, la course des faisceaux foliaires est d'abord *entièrement verticale. La course* EN CEINTURE *ne se manifeste que* PROGRESSIVEMENT *dans des traces de plus en plus âgées ; elle est dûe à l'accroissement intercalaire que provoquent l'apparition et le développement de feuilles nouvelles plus intérieures.*

3°. — Les traces cotylédonaires de la plus jeune germination *ne présentent pas de course en ceinture.* Dans la germination plus âgée, *la course en ceinture de ces mêmes traces existe, mais elle s'y manifeste*

plus tardivement que dans les traces foliaires, en outre, elle n'intéresse que les seuls faisceaux marginaux ; elle est dûe à l'influence de la prolifération dislocatrice du cylindre libéro-ligneux dont la section est elliptique.

Mais, si on compare cette course en ceinture localisée des traces cotylédonaires avec celle des traces foliaires, il semble que les mêmes effets soient produits par des causes totalement différentes. Or, je crois que, dans le cas présent, il existe entre la croissance intercalaire dûe à l'influence du développement des jeunes feuilles et la constitution plus tardive de la couronne libéro-ligneuse centrale, une liaison probable qu'il m'a été impossible de discerner.

4°. — Ce sont *les faisceaux des traces cotylédonaires qui donnent insertion aux pôles trachéens de la racine.* Les pôles radicaux alternent avec les faisceaux cotylédonaires et chaque pôle s'insère en même temps sur deux faisceaux. Les éléments centripètes de la racine sont *histologiquement différents* de ceux des faisceaux cotylédonaires.

5°. — L'axe hypocotylé est court. Le passage de la tige à la racine est brusque et il ne s'y montre pas de rotation de 180° : cela tient sans doute à ce que l'insertion de la racine se fait sur le bois centripète des faisceaux cotylédonaires ; il se produit cependant, grâce à l'alternance des pôles ligneux radicaux et cotylédonaires un *déplacement latéral des lames ligneuses*, déplacement qui amène un aspect de groupement par deux des faisceaux cotylédonaires. Ce groupement est d'ailleurs essentiellement variable suivant les cas.

6°. — La racine subit une *hypertrophie centrale qui est accompagnée d'un développement considérable d'amidon.* Cette hypertrophie a pour effet *de rejeter, en le disloquant, tout l'appareil libéro-ligneux à la périphérie de l'organe.*

7° — La base de la racine possède *un cercle de canaux gommifères extérieur au cylindre libéro-ligneux.*

CHAPITRE II

2e Type. — *Cycas siamensis*, Miq.

Parmi les nombreuses germinations qui sont en ma possession, j'ai choisi comme second type de description un jeune plant de semis de *C. siamensis* âgé d'environ trois ans.

La raison de ce choix réside non-seulement dans la présence à son intérieur de formations libéro-ligneuses dites extrafasciculaires, mais aussi dans ce fait que celles-ci nous y fournissent l'explication du mode d'apparition de cette structure si intéressante.

Aspect général. — Les feuilles et écailles de la première période de végétation ont disparu depuis longtemps et leurs larges bases d'insertion subsistent seules au-dessus des deux cicatrices cotylédonaires encore visibles.

D'autres feuilles et d'autres écailles se sont formées après ces premiers appendices et trois feuilles complètement épanouies portant de 9 à 12 paires de folioles entourent le bourgeon terminal.

La longueur totale de la tige mesure environ 2 centimètres avec un diamètre moyen de 12 millimètres.

Structure. — Une section transversale pratiquée au-dessous du cône végétatif présente une masse de méristème primitif composée de petites cellules à protoplasme dense dans lequel le recloisonnement se fait en tous sens.

Un peu plus bas, là où la différenciation des différents tissus est commencée, on observe :

1° — Une partie centrale dont les éléments méristématiques s'élargissent rapidement et ne se cloisonnent plus que transversalement ; ce sont les premières files cellulaires différenciées du parenchyme médullaire ; ultérieurement, ces cellules seront assez allongées longitudinalement, polyédriques et accompagnées de petits méats angulaires.

2°. — Une zône périmédullaire d'accroissement radial dans laquelle les recloisonnements sont surtout tangentiels.

3°. — Une région corticale dérivée de la région externe du méristème primitif. Les recloisonnements y sont multiples et quelconques. Les transformations de cette région aboutiront à la formation d'un parenchyme lacuneux à cellules ovoïdes.

Cette région corticale renferme de nombreux faisceaux dont l'importance est variable et qui appartiennent aux traces foliaires descendantes ; ils sont d'autant plus rapprochés les uns des autres qu'ils sont plus intérieurs.

Certains de ces faisceaux, qui se sont unis deux à deux, présentent une particularité déjà signalée à la base du mériphyte de certains *Cycas* adultes ; je veux parler des cordons libéro-ligneux concentriques qui se détachent des marges fasciculaires accolées et s'isolent vers l'extérieur. Ici, ces cordons descendent verticalement en restant corticaux et, après un trajet qui peut parfois se prolonger jusqu'un peu au-dessous du niveau d'insertion des cotylédons, se terminent en une pointe libre étirée dans laquelle les vaisseaux sont disloqués.

Au-dessous de la coupe précédente, l'appareil libéro-ligneux est, sur une certaine longueur, entièrement constitué par les traces foliaires dont les faisceaux se dirigent peu à peu vers l'intérieur tout en restant à peu près dans le même plan radial, et en demeurant indépendants les uns des autres.

Bientôt la zône circulaire d'accroissement radial forme un cercle périphérique presque continu d'éléments libériens primaires.

A partir de ce moment, des unions fréquentes s'opèrent entre faisceaux voisins et leur pénétration dans la zône précédente y est immédiatement et successivement suivie de l'apparition dans les régions interfasciculaires :

1°. — D'éléments ligneux primaires situés en dedans de la couronne libérienne primaire et à une notable distance d'elle.

2°. — D'une zône cambiale qui se met en continuité directe avec celles des faisceaux rentrants pour aboutir à la formation d'une couronne libéro-ligneuse continue et étoilée dont les saillies correspondent à la rentrée de ces faisceaux (fig. 241, pl. XV).

Vers le bas, le même état subsiste pendant quelque temps, mais avec accroissement progressif des formations libéro-ligneuses secondaires dont les séries radiales uni- ou bisériées sont séparées par de petits rayons de faisceaux.

Les traces rentrantes successivement rencontrées de haut en bas, continuent à présenter une course généralement verticale, mais de loin en loin, on observe une *course tangentielle brusque et de peu d'étendue* qui affecte certains de leurs faisceaux en des points irrégulièrement distribués et sans qu'il soit possible, à cet état avancé de développement de la plante, d'en déterminer la cause.

C'est dans les traces les plus inférieures, c'est-à-dire *dans celles qui sont apparues les premières*, que cette particularité de parcours se voit à son état maximum. Néanmoins, même là, la course en ceinture n'y est jamais complètement circulaire et elle atteint rarement les deux tiers de la circonférence.

La rentrée de ces traces inférieures est signalée par une autre particularité.

La couronne libéro-ligneuse, jusque là régulièrement cylindrique, prend une forme triangulaire dont les sommets sont occupés par des brèches foliaires longitudino-radiales et fusiformes (fig. 242).

Sur les côtés de chaque brèche, considérée de haut en bas, la couronne libéro-ligneuse offre peu à peu un *rebroussement de ses bords vers l'extérieur* (fig. 242) et ce dernier atteint son maximum dans la région moyenne de la brèche. Ce rebroussement a pour effet de prolonger la zône cambiale et les formations vasculaires qui l'accompagnent (fig. 243) *en dehors du liber primaire* de la couronne. Ces formations se séparent bientôt de la couronne, de telle sorte que plus bas, au-dessous du niveau de fermeture de la brèche, on les retrouve *isolées extérieurement et encore pourvues d'une orientation inverse* ; tel est le cas du cordon *f* de la figure 242.

On conçoit facilement que ces rebroussements, se répétant avec les rentrées successives, amènent la constitution, en dehors de la couronne normale, d'une *série de cordons libéro-ligneux inverses* plus ou moins allongés tangentiellement.

En fait, la structure ne reste pas aussi simple. En effet, chacune des deux bandes ainsi isolées de part et d'autre de la brèche, après avoir mis en continuité leurs extrémités en regard, et après s'être réunies ou non avec les bandes voisines situées dans leur prolongement, subissent un nouveau rebroussement de leurs bords opposés, *mais en sens contraire du précédent*, rebroussement qui *ramène ces bords l'un vers l'autre et en orientation normale*.

Il se constitue ainsi, au-dessous de la trace foliaire la plus inférieure, une série de cordons extérieurs concentriques ou elliptiques (fig. 244) qui, prenant ensuite contact les uns avec les autres par élargissement tangentiel de leurs grands axes, donnent finalement naissance à deux anneaux aplatis qui entourent presque complètement la couronne normale (fig. 245 et 246).

Cet état n'est que de courte durée, car des coupures radiales ne tardent pas à se produire qui intéressent soit les deux bandes composantes des anneaux précédents, soit seulement leur bande interne (fig. 247). Dans le premier cas, les bandes coupées externe et interne se rejoignent mutuellement limitant ainsi de nouveaux anneaux plus ou moins aplatis ou elliptiques indépendants qui se substituent aux précédents; dans le second, la bande interne inverse peut subir un repli vers la couronne centrale normale, puis celle-ci, par un phénomène analogue mais de sens contraire, se met en communication avec le repli précédent de façon à reproduire un aspect assez semblable à celui qui a immédiatement suivi le début de la formation des anneaux extérieurs.

Enfin, celle des bandes libéro-ligneuses des anneaux aplatis qui est externe et à orientation normale augmente sensiblement d'épaisseur vers le bas grâce à une activité régulière de sa zône cambiale, tandis que, par contre, la bande interne inverse, *reste toujours moins développée que la précédente, et présente même parfois des lacunes*, soit simplement momentanées, soit aussi définitives (fig. 247, *l*) et qui s'étendent jusqu'au niveau de raccord avec la racine.

Ce sont là des faits sur lesquels je compte revenir dans ma discussion finale.

Mode d'union de la tige avec la racine. — Le raccord de la tige avec la racine est identique dans sa forme générale à celui du *Dioon edule*. Les seules complications à noter résultent de la présence des anneaux aplatis extérieurs qui, de même que la couronne libéro-ligneuse normale, s'ouvrent radialement au niveau de rentrée des faisceaux cotylédonaires, afin de livrer passage à ces derniers.

Dans les fragments de ces anneaux qui se trouvent compris entre deux rayons de rentrée consécutifs, la bande libéro-ligneuse externe $z_{II}c_{II}$ (fig. 248) conserve son orientation normale et son importance la bande inverse, au contraire, qui est comprise entre la précédente et

la couronne centrale, replie ses bords vers l'intérieur et les raccorde avec les bords également repliés, mais en sens contraire, des fragments de la couronne centrale ; il en résulte la formation de cordons concentriques à bois enveloppant et à pointe fortement saillante vers le centre de l'organe. Le nombre des cordons concentriques ainsi formés est, bien entendu, égal à celui des rentrées cotylédonaires et ils alternent avec elles.

Les deux traces cotylédonaires sont chacune quadrifasciculées comme dans la seconde des germinations du *Dioon edule*. De même aussi, les deux faisceaux médians de chaque trace se réunissent vers le bas en un seul cordon médian tandis que les marginaux, décrivant une courbe de 90°, s'unissent deux à deux, d'un cotylédon à l'autre, en deux cordons situés dans un plan perpendiculaire à celui des médians (fig. 250 et 251, pl. XVI). Mais le faisceau de la racine principale est *bipolaire* (au lieu de tétrapolaire) et ce sont les deux cordons cotylédonaires médians qui correspondent aux deux pôles radicaux. *Les cordons cotylédonaires latéraux se perdent purement et simplement dans des brèches correspondantes de la couronne centrale.*

La région immédiatement inférieure à ces rentrées cotylédonaires (fig. 249) présente, sauf par ses dimensions et par la présence de deux pôles trachéens radicaux, un aspect qui rappelle certains niveaux relevés dans la tige, celui de la figure 244, par exemple.

Les deux pôles trachéens ne sont pas réunis entre eux par une bande ligneuse primaire continue ; ils sont seulement accompagnés de quelques éléments ponctués très dispersés au milieu d'un tissu parenchymateux.

La couronne libéro-ligneuse secondaire de la racine y est très développée et allongée dans le sens de la ligne des pôles.

Quant aux anneaux elliptiques extérieurs, ils subsistent nombreux au niveau où se produisent les modifications précédentes des tissus primaires et ils se continuent dans presque toute la longueur de la racine. De même que dans la tige, il peut arriver qu'ils s'ouvrent intérieurement et mettent leur zône cambiale interne z_1c_1 en rapport avec la zône cambiale zc de la couronne secondaire de la racine, en un point où celle-ci s'est elle-même ouverte par le même procédé mais en sens inverse.

Les mises en rapport de cette nature se produisent d'abord dans le

voisinage des deux pointements trachéens (fig. 249 et 252, pl. XV) aux dépens des anneaux *m* qui leur font vis-à-vis, puis successivement en d'autres points et aux dépens d'autres anneaux (fig. 253 à 255).

C'est d'ordinaire à la suite de mises en rapport de ce genre que se produit la réduction du nombre de ces anneaux corticaux, cependant elle ne résulte pas toujours uniquement de faits semblables. Il peut, en effet, arriver que certains d'entre eux disparaissent *en pointe libre* vers le bas, après avoir subi des contournements multiples de leurs éléments, soit en dehors, soit en dedans de la région libérienne (fig. 256).

Appareil secréteur. — L'appareil sécréteur de la tige se compose des canaux gommifères descendus des feuilles et dispersés sans ordre apparent dans tout le parenchyme cortical,

Occasionnellement, il s'y produit des anastomoses obliques qui donnent à tout l'appareil l'aspect d'un réseau à mailles losangiques allongées dans lesquelles, parfois même, se trouvent d'autres anastomoses transverses.

Certains canaux, situés en avant des faisceaux foliaires dans leur course descendante, s'introduisent par les brèches foliaires à l'intérieur de la moelle.

L'ensemble du réseau ainsi constitué se réduit de plus en plus à mesure qu'on se rapproche de la base de la tige, soit par fusions réciproques, soit par extinction complète de certains canaux. La région de raccord avec la racine n'en présente plus qu'un petit nombre qui, après avoir rejoint les canaux cotylédonaires, forment autour de l'appareil libéro-ligneux un cercle sur lequel ils alternent avec les régions de rentrée des faisceaux cotylédonaires.

De même que dans les germinations du *Dioon edule*, ces derniers canaux se continuent d'abord dans la base de la racine, mais ils ne tardent pas à s'éteindre après un trajet vertical de 6 à 8 millimètres environ.

RÉSUMÉ

1°. — Les traces foliaires jeunes ont généralement *une course descendante régulièrement verticale*. Le parcours en ceinture ne s'y observe que dans les traces les plus âgées et il ne se produit que sur des fractions de la circonférence.

2°. — Il se constitue, *par rebroussement externe des bords de la plupart des rayons foliaires inférieurs de la couronne libéro-ligneuse normale, une série d'anneaux libéro-ligneux qui se disposent circulairement en dehors* de la couronne centrale.

3°. — Ces anneaux ou cylindres extérieurs peuvent *s'unir entre eux ou se fractionner en cylindres nouveaux.* Ils peuvent même *se remettre momentanément en relation avec la couronne libéro-ligneuse centrale.*

4°. — Dans chacun de ces cylindres extérieurs, l'activité cambiale de la partie externe, dont l'orientation est normale, présente de la continuité à tous les niveaux; *celle de la partie interne inverse se réduit, au contraire, et peut même disparaître complètement* sur une étendue plus ou moins grande.

5°. — Les mêmes faits s'observent également dans la racine, mais *les mises en relations des cylindres extérieurs avec la couronne libéro-ligneuse centrale sont le plus souvent suivies de leur rentrée définitive dans cette couronne.* Toutefois, plusieurs de ces cordons restent extérieurs et *se terminent en pointe libre vers le bas.*

6°. — *La rentrée des traces cotylédonaires et le raccord de la tige avec la racine sont identiques à ceux de la germination* **b** *du Dioon edule.* Néanmoins, le faisceau de la racine n'étant que *bipolaire*, il n'y a insertion de pôles radicaux *que sur les faisceaux médians des traces cotylédonaires.* Quant aux faisceaux latéraux de ces dernières, après leur courbe de 90° et leur union deux à deux d'un cotylédon à l'autre dans un plan perpendiculaire à celui des cotylédons, ils se perdent dans les deux brèches de la couronne centrale, ouvertes pour leur rentrée.

7°.— Les canaux gommifères qui descendent des feuilles s'établissent dans l'écorce et la moelle de la tige en un réseau dont l'importance se réduit vers le bas et de l'intérieur vers l'extérieur. Les derniers de ces canaux se joignent à ceux des cotylédons, puis *ils persistent encore pendant quelque temps dans la région corticale de la base de la racine.*

CHAPITRE III

3e Type. — *Encephalartos Barteri*, Carruth.

Cette germination qui m'a été offerte par M. Godefroy-Lebeuf, horticulteur à Paris, est encore attachée à sa graine et âgée d'environ six mois.

Elle porte deux feuilles complètement développées ayant 9 à 10 centimètres de longueur. Les folioles sont lobées-denticulées, brusquement élargies au-dessus de la base d'insertion sur le pétiole et ont une nervation en éventail (fig. 257, pl. XVI) ; leur forme rappelle un peu celle des feuilles du *Ginkgo biloba* ou aussi celle des folioles de certaines Cycadacées anciennes telles que *Nœggerathia*.

Les traces foliolaires sont plurifasciculées et la base du pétiole présente un système fasciculaire antérieur analogue à celui des feuilles adultes, mais beaucoup plus réduit.

Le bois centrifuge n'y existe que tout à fait à la base du pétiole et il est toujours restreint à quelques trachéides isolées en dehors des pointements trachéens du bois centripète *dont les éléments, groupés en ordre plus compact, s'avancent fortement vers l'intérieur*.

Les canaux gommifères se différencient d'abord entre les faisceaux puis en dehors et en dedans de l'arc pétiolaire ; leur mode de développement, suivi dans les jeunes feuilles et dans les écailles du bourgeon végétatif y est analogue à celui qui a été décrit dans la feuille ordinaire.

La graine possède trois cotylédons connés dans toute leur longueur et intimement unis avec l'endosperme environnant, sauf dans les trois dépressions longitudinales qui correspondent à leurs lignes de suture.

L'un des cotylédons, plus volumineux que les autres, montre deux faisceaux dans sa région terminale, tandis que les deux cotylédons plus petits n'en possèdent qu'un seul au même niveau. Dans la base de ces cotylédons, d'autres faisceaux apparaissent à droite et à gauche

des précédents, ce qui porte leur nombre à quatre dans chacun d'eux. Ces faisceaux restent isolés les uns des autres dans les pétioles cotylédonaires mais, au moment de rejoindre le système libéro-ligneux de l'axe végétatif, ils s'unissent en un seul et *prennent une forme d'abord annulaire, puis assez longuement elliptique* (fig. 260 et 261, pl. XVI, C_I C_{II} C_{III}).

Les faisceaux cotylédonaires sont très arqués et, de même que dans ceux des feuilles, le bois centrifuge n'y apparaît qu'à la base des pétioles au fur et à mesure de la disparition du bois centripète.

La terminaison supérieure de ces faisceaux se fait à une faible distance au-dessous du sommet des cotylédons, *après avoir présenté un indice de dichotomie terminale qui représente sans doute un reste d'organisation ancestrale*. La fig. 258 (pl. XVI) montre un de ces indices : une première dichotomie qui a produit le lobe libéro-ligneux *f* a été suivie d'une seconde dichotomie encore incomplète. Le lobe *f'* qui résulte de cette dernière ne se montre encore bien isolé que dans sa portion ligneuse ; ses tubes criblés primaires restent encore unis à ceux du faisceau principal avec lesquels ils forment une bande transversale arquée.

Structure de l'axe végétatif. — Contrairement à ce qui se passe dans la germination du *Cycas siamensis*, il ne se constitue pas de couronne libéro-ligneuse circulaire complète dans la zône d'accroissement radial établie au-dessous du sommet végétatif. Elle ne se produit que partiellement ; la figure 259 montre cette zône partielle qui a rapidement et activement réuni les zônes cambiales propres de *quelques-uns seulement des faisceaux foliolaires rentrants* et a formé une bande libéro-ligneuse peu étendue, fortement sinueuse et à *extrémités rentrantes*.

Cette dernière a déjà, dans une de ses ondulations, isolé postérieurement un cordon *c* qui, prenant une forme concentrique, se termine en pointe libre à un niveau plus inférieur.

Plus bas, les cordons *t* et *t'* qui représentent des fractions de deux traces foliolaires différentes et les cordons A et A' indépendants de ces mêmes traces et dont l'origine spéciale sera indiquée plus loin, s'incorporent à la bande précédente (fig. 260),

Cette dernière accentue davantage le reploiement de chacune de ses extrémités vers l'intérieur et prend une forme de plus en plus ondulée excessivement variable.

C'est alors que l'une des traces cotylédonaires C_I, dont la structure d'abord concentrique puis elliptique a été notée précédemment, rejoint le coude formé par l'un des replis internes de la bande.

A partir de ce moment, les replis marginaux internes et inverses de cette dernière s'allongent l'un vers l'autre puis se soudent finalement de façon à constituer une sorte de stèle à contours très sinueux. Celle-ci se coupe bientôt (fig. 261) en deux portions E et E' de forme plus régulièrement elliptique qui s'écartent alors l'une de l'autre et reçoivent respectivement par leurs extrémités opposées les traces cotylédonaires C_{II} et C_{III} dont la structure est analogue à celle de la trace C_I rentrée plus haut.

Les faits ci-dessus ne se passent, pour ainsi dire, que dans une moitié de l'axe. Dans l'autre moitié, la complexité est moins grande. Les faisceaux foliaires, dont la course est *régulièrement verticale*, s'y réunissent en quatre cordons qui se disposent dans la zône d'accroissement radial sur un demi-cercle opposé à celui des stèles E et E'.

Trois de ces cordons, *f*, *f'* et *f''*, s'étalent latéralement et s'unissent aux stèles E et E', tandis que l'autre *f'''* rejoint la trace cotylédonaire C_{II}.

Finalement, il y a constitution d'un ensemble de stèles (fig. 262) qui, tout en amenant encore l'isolement de cordons tels que *c'*, se régularisent peu à peu, puis se réunissent bout à bout pour se condenser ensuite en une stèle unique.

Le raccord de cette stèle avec la racine n'a pas été observé d'une façon nette; je dirai simplement qu'à un niveau un peu inférieur, la structure-racine est acquise et représentée par un cordon elliptique irrégulier et légèrement arqué (fig. 263) où se remarquent cinq pointements trachéens intérieurs réunis entre eux par des éléments ligneux réticulés.

Plus bas, ce faisceau pentapolaire devient exactement circulaire (fig. 264) et les éléments ligneux réticulés précédents ne subsistent plus que sous la forme de masses centripètes très réduites situées contre chacun des cinq pointements trachéens à la périphérie d'un large tissu parenchymateux.

Cet aspect se retrouve identique dans presque toute la longueur de la racine, néanmoins, je dois ajouter qu'à trois centimètres du sommet,

quatre des pôles s'unissent deux à deux et transforment ainsi le faisceau pentapolaire en un faisceau tripolaire.

La structure si particulière de l'appareil libéro-ligneux de cette germination semble absolument normale. Elle n'est dûe ni à un développement irrégulier de ses parties, ni à des blessures ou à des particularités accidentelles qui auraient produit des épicinisations de tissus. La plante présente en effet une forme normale dans toutes ses parties et les seules particularités à noter sont les suivantes :

1°. — La région d'union de deux bases foliaires voisines montre une racine adventive (fig. 257, *rac. adv.)* dont le faisceau bipolaire (fig. 259 et 260, *fr)* s'est développé au-dessous d'une anastomose oblique qui relie les faisceaux marginaux de deux traces contiguës.

2°. — La base d'insertion de l'une des feuilles précédentes montre dans sa région corticale un cordon libéro-ligneux elliptique qui, au moment de pénétrer dans l'écorce de la tige, s'élargit rapidement dans le sens tangentiel ; il se scinde alors en les deux portions également elliptiques A et A' que j'ai mentionnées et suivies dans les descriptions précédentes (fig. 259 et 260).

RÉSUMÉ

1°. — Les folioles de la germination de l'*E. Barteri* ont *une forme en éventail* qui semble leur être spéciale.

2°. — Les traces foliolaires sont *plurifasciculées.*

3°. — La base du rachis de la feuille présente un *système fasciculaire antérieur* analogue à celui des feuilles adultes.

4°. — La course descendante des traces foliaires est *régulièrement verticale.* Les faisceaux de ces traces, qu'ils s'unissent entre eux ou non, prennent une *forme très arquée ou souvent elliptique.*

5°. — Dans la tige, *il ne se produit pas de couronne libéro-ligneuse centrale*, mais seulement des bandes libéro-ligneuses très plissées qui réunissent entre eux un certain nombre de faisceaux foliaires. Ces bandes se transforment vers le bas *en un cercle de stèles d'aspect médullosée.*

6°. — Ces stèles se divisent et s'anastomosent de place en place.

7°. — Il n'existe *pas de faisceaux médullaires.*

8°. — Les traces cotylédonaires, réduites chacune à un seul cordon elliptique, ont une course descendante *verticale*; les stèles caulinaires s'insèrent sur elles *à des niveaux différents*.

9°. — A la base de la tigelle, les stèles caulinaires, étirées tangentiellement sur un même cercle, *se fusionnent bout à bout*, se condensant ainsi en une seule qui semble se transformer directement dans le faisceau pentapolaire de la racine. Ce dernier se réduit plus bas en un faisceau tripolaire.

10°. — Dans la graine, les cotylédons sont au nombre de trois et ils sont connés. La terminaison de leurs faisceaux vers le haut montre un *indice de dichotomie* qui est peut-être un reste d'organisation ancestrale.

CHAPITRE IV

Discussion relative aux Germinations

Parmi les particularités de structure intéressantes relevées dans les germinations précédentes, il en est quelques-unes qui présentent un attrait spécial et que je discuterai brièvement.

A. — *Raccord de la tige avec la racine.* — J'ai admis avec certains auteurs que *la racine s'est développée à l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé en insérant ses pôles ligneux sur ceux des faisceaux cotylédonaires.*

C'est qu'en effet, mes germinations m'ont paru apporter à cette opinion des arguments sérieux parmi lesquels les principaux sont les suivants :

1°. — Les deux lames divergentes qui réunissent les pôles ligneux radicaux aux faisceaux cotylédonaires avec lesquels ils alternent *ne correspondent pas à une division de faisceaux* mais simplement à l'existence de *lames de mise en contact* puisque, dans les deux germinations du *Dioon edule*, la position des pôles radicaux par rapport aux faisceaux cotylédonaires *est variable* et que la position des lames de mise en contact *varie* elle-même *en même temps que celle de ces pôles.*

2°. — Dans la germination du *Cycas siamensis*, *les traces cotylédonaires quadrifasciculées se comportent d'une façon identique à celle de la germination* **b** *du Dioon edule*, mais, contrairement à cette dernière, le faisceau radical y est *simplement bipolaire*, ses deux pôles ligneux étant ceux placés en face l'espace compris entre les deux faisceaux médians de chaque trace cotylédonaire. Il ne s'y trouve par suite que deux lames de mise en contact comparables à celles du *Dioon edule*. Quant aux faisceaux latéraux de ces mêmes traces, qui s'unissent deux à deux d'un cotylédon à l'autre comme dans la germination **b** du *Dioon*, ils ne donnent pas, comme chez cette dernière, insertion à deux autres pôles ligneux radicaux mais se perdent purement et

simplement dans des brèches opposées correspondantes de la couronne libéro-ligneuse centrale.

Ce fait remarquable est, de même que ceux du paragraphe précédent, incompatible avec l'idée que la racine est le prolongement de la partie inférieure de l'axe hypocotylé ; il est donc une preuve de plus à l'actif de l'opinion émise par Nœgeli (1) et confirmée par Bertrand (2), Vuillemin (3), Lignier (4), et autres botanistes d'après lesquels la racine principale n'est pas dûe à l'allongement de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé, mais représente *une vraie racine insérée dans la base de cet axe et dirigée dans son prolongement.* Il constitue en outre une nouvelle exception à la règle générale exposée par Dangeard (5), exception qui vient s'ajouter à celles déjà signalées chez le *Calycanthus floridus* et le *Chimonanthus fragrans* par Van Tieghem et Douliot (6), et chez le *Gustavia Leopoldi* par Lignier (7).

3°. — Il y a lieu de remarquer que les lames ligneuses de mise en contact sont ici *planes* et non *tordues en hélice* comme chez la plupart des Phanérogames. Cela tient à ce que le raccord se fait entre des cordons ayant même sens de différenciation (lame ligneuse radicale et lame ligneuse centripète des faisceaux cotylédonaires) et non, comme chez ces autres Phanérogames, entre des lames radicales centripètes et des lames caulinaires centrifuges. C'est là un nouvel argument en faveur de l'indépendance originaire de la racine.

En outre, les tissus ligneux, dans les cordons cotylédonaires, sont *histologiquement différents* de ceux de la racine.

4°. — Enfin, en l'absence d'un accroissement intercalaire important, les lames de mise en contact ne subissent pas le long étirement

(1) Nœgeli. — Das Wachsthum, des Stammes und die Wurzel bei den Gefässpflanzen (in *Beitr. zur wissensch, Bot.*, H. I, 1858).

(2) C. Eug. Bertrand, — Traité de Botanique (Lille, 1881).

(3) Vuillemin. — De la valeur des caractères anatomiques au point de vue de la classification des végétaux (Paris, J.-B. Baillière et fils, 1884).

(4) O. Lignier. — Recherches sur l'anatomie comparée des Calycanthées, des Mélastomacées et des Myrtacées (*Arch. Bot. du Nord de la France*, t. III, 1886-87).

(5) Dangeard.— Recherches sur le mode d'union de la tige et de la racine. (*Le Botaniste*, 1re série 1889).

(6) Van Tieghem et Douliot. — Recherches sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. (*Ann. des Sc. Nat.*, 7e série, t. VIII, 1888).

(7) O. Lignier. — Recherches sur l'anatomie des organes végétatifs des *Lécythidacées*. (*Bull. Sc. de la France et de la Belgique*, t. XXI, 1890.)

longitudinal qui se rencontre dans les germinations de la plupart des Phanérogames ; aussi se montrent-elles courtes et presque horizontales.

B. — *Couronnes libéro-ligneuses extérieures à la couronne normale.* — Les couronnes ou anneaux libéro-ligneux plus ou moins allongés tangentiellement qui se trouvent en dehors de la couronne normale de la tige et de la racine dans la germination du *Cycas siamensis* ont probablement, en tant que rapport phylogénétiques, une importance capitale ; aussi je crois utile de relever ici, afin de les y mieux comparer, les formations semblables que je n'ai fait qu'indiquer dans mon historique et qui ont été mentionnés d'abord par Gregg (**23**) dans la racine du *Cycas Seemanni*, Al. Braun. et considérées par lui comme anormales.

Cet auteur dit : « Les zônes cambiales additionnelles externes à la zône normale présentent deux aspects différents : Le premier consiste en la formation de deux zônes cambiales circulaires situées dans deux régions opposées l'une à l'autre en dehors du cylindre central et qui produisent *du bois sur leur côté externe* et *du liber sur leur côté interne*. Dans le second cas, il n'existe qu'un seul anneau de cambium qui s'étend sans interruption autour du cylindre vasculaire de la racine et produit des éléments vasculaires *en orientation normale* ».

Or, il semble évident que cette disposition, qui d'ailleurs n'a pas été suivie par Gregg dans toute son étendue, loin d'être anormale, se rapporte au contraire à la structure habituelle que je viens de décrire, et que l'on doit la considérer par suite comme cas particulier de la structure normale.

C'est ainsi que *les deux couronnes circulaires à bois externe* signalées dans le premier cas avaient dû naître d'une bande libéro-ligneuse inverse qui, formée par rebroussement vers l'extérieur de la couronne normale à la façon de la bande z_1c_1 des couronnes elliptiques du *Cycas siamensis*, a retourné puis réuni ses extrémités *vers l'intérieur*.

Dans le second cas, la bande continue à orientation normale située en dehors du cylindre central peut avoir résulté de la réunion de toutes les bandes externes en un anneau circulaire aplati et continu et de la disparition de la lame interne inverse de cet anneau. Ce serait

là, avec une plus grande accentuation, un fait comparable à ceux que j'ai signalés chez le *Cycas siamensis*.

D'autre part, une section transversale de la région basale de la racine de la même espèce a été examinée par Worsdell (**93**). Cet auteur, admet que la disposition décrite par Gregg représente un cas curieux inexpliqué et il relève *la présence, en dehors du cylindre central de petits cordons libéro-ligneux inverses*. Mais il ne se borne pas, comme Gregg, à une simple description des faits; il homologue ces petits cordons à ceux déjà signalés par lui sur *le côté ventral de certains anneaux extrafasciculaires collatéraux de la tige* chez le *Macrozamia Fraseri*, Miq., l'*Encephalartos horridus*, Lehm., et le *Cycas revoluta*, Thunb. Il en tire en outre cette conclusion que les Cycadacées actuelles sont directement descendues de certains groupes de plantes cycado-filicinéennes comme les Médullosées.

J'adopte pleinement cette opinion de Worsdell, du moins en ce qui concerne l'appareil libéro-ligneux de la tige, et j'espère même que mes propres recherches auront contribué à en affirmer la valeur.

Je crois en effet que les petits cordons libéro-ligneux inverses cités à diverses reprises par Worsdell, soit dans la tige soit dans la racine des Cycadacées, doivent être homologués à la bande interne à orientation également inverse des couronnes elliptiques ou stèles extérieures de mon *Cycas siamensis*, et que, par suite, *celles-ci représentent de même un retour à une forme ancestrale qui, très vraisemblablement, doit être recherchée parmi les Médullosées*.

Si l'on admet que ces stèles puissent subir à leur tour dans leur portion externe des plissements analogues à ceux qui ont marqué leur origine aux dépens de la couronne normale, on comprendra qu'il pourra s'établir ainsi une série nouvelle de stèles plus extérieures et susceptibles de présenter les mêmes phénomènes.

Si, d'autre part, on remarque que, dans chacune de ces stèles extérieures, l'activité ralentie de la zône cambiale dans sa partie interne et inverse z_1c_1 peut, à certains niveaux et ainsi que je l'ai déjà dit, être suivie de son extinction complète ainsi que de celle des éléments vasculaires qu'elle a produits, on comprendra aussi que *chacun des cercles de stèles puisse, dans le cours de développement de la plante, se trouver transformé en une simple couronne libéro-ligneuse à orientation normale*. On comprendra enfin que chacune de ces couronnes

extérieures n'est en somme que le résultat de la coalescence des bandes externes à orientation normale z_{II} c_{II} des cercles successifs de stèles (1)

La distribution en cercles concentriques successifs de ces stèles ne semble pas avoir par suite, une valeur différente de celle des zônes extrafasciculaires dans les gros troncs de nos Cycadacées actuelles.

Les unes comme les autres ne peuvent donc être considérées comme des structures anormales mais bien plutôt comme des cas particuliers ou *extranormaux* d'une structure normale.

C. — *Structure polystélique de l'Encephalartos Barteri.* — La structure particulière de l'appareil libéro-ligneux de la germination de l'*E. Barteri* est intéressante à un autre titre.

On sait que certains genres de Cycadacées, tels que *Stangeria*, *Zamia* et *Dioon*, ne présentent, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, qu'une simple couronne libéro-ligneuse centrale.

Il semble donc difficile de rapporter cette couronne unique à la polystélie des Médullosées et le savant botaniste anglais Scott, rappelant et discutant avec l'autorité qui lui appartient les résultats des recherches de Worsdell, prétend que la forme de l'appareil libéro-ligneux de la tige de toutes les Cycadacées ne peut dériver que de types anciens simplement monostéliques ; aussi cet auteur recherche-t-il des affinités cycadéennes du côté des Lyginodendrées plutôt que du côté des Médullosées.

Je viens de montrer que ceux des genres qui possèdent une série de couronnes libéro-ligneuses collatérales en dehors de la couronne

(1) Il est intéressant de constater que c'est à des résultats comparables qu'est arrivé Gidon dans son étude de la tige des Nyctaginées (*Essai sur l'organisation générale et le développement de l'appareil conducteur dans la tige et la feuille des Nyctaginées.* (Mém. Soc. Linn. de Normandie, t. XX, Caen, 1900). Il y est dit en effet, p. 111 : « ..... le procambium annulaire (de la couronne normale) se plisse donc et apparaît désormais comme formé d'une série d'anses alternativement convexes et concaves vers le centre de la tige. Ces anses concaves sont l'origine de la zône de recloisonnement considérée à tort, dans la tige des Nyctaginées, comme un *cambium extrafasciculaire*, une *zône génératrice surnuméraire*, etc..... La mise en continuité des anses concaves successives du procambium se fait, suivant les cas, de deux manières. Quand le cordon qui occupe le pli convexe interposé est étroit, les deux anses concaves se relient directement à travers le pseudo-péricycle recloisonné. Quand le cordon est large, des nappes procambiales libres descendantes, provenant de plis concaves situés plus haut sur la tige, finissent par relier l'un à l'autre les deux arcs procambiaux restés disjoints à droite et à gauche du cordon. »

normale paraissaient directement dérivés des Médullosées et cette opinion est conforme à celle de WORSDELL.

Or, le fait devient encore plus probant après l'examen de la structure de la germination de l'*E. Barteri* dont l'appareil libéro-ligneux se montre en tous points semblable à celui du *Medullosa anglica* par exemple.

J'irai plus loin, en raison même de cette structure, *je pense que la couronne libéro-ligneuse centrale de Cycadacées*, qu'elle soit unique comme chez les *Stangeria*, *Zamia* et *Dioon*, ou qu'elle soit accompagnée de zônes collatérales extérieures comme dans les autres genres, *semble dériver*, comme ces zônes elles-mêmes, *d'une série de stèles dans lesquelles la portion libéro-ligneuse interne à orientation inverse aurait complètement disparu* suivant un procédé analogue à celui qui a été signalé à propos du *Cycas siamensis*.

Si cette opinion est juste, on peut prévoir que l'on pourra retrouver dans certains cas, à l'intérieur de la couronne ligneuse, dans la moelle, des cordons libéro-ligneux isolés de forme variable et pouvant prendre eux-mêmes la forme d'anneaux.

Sans qu'il soit possible d'être affirmatif à cet égard, on peut dire, que selon toute vraisemblance, cette disparition des bandes ligneuses à orientation inverses est dûe à des causes d'ordre purement physiologique telle que, par exemple, l'arrivée de conditions nouvelles aux exigences desquelles une adaptation plus économique en vue de la conduction des sucs nutritifs était nécessaire.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les résumés détaillés et les discussions que j'ai consignés à la fin de chacune des parties du présent mémoire me dispensent de revenir ici sur les faits de détail.

Dans les conclusions qui suivent, je rappellerai, il est vrai, quelques résultats déjà mentionnés dans ces résumés, mais ce sont seulement ceux qui méritent une attention toute particulière. Je ne chercherai d'ailleurs pas seulement à les mettre en pleine lumière mais encore à les coordonner pour en tirer des notions générales.

A. — La notion du pointement trachéen opposée a celle du faisceau dans la feuille. — Dans le mériphyte (système libéro-ligneux foliaire) des Cycadacées, ce qu'il faut considérer avant tout, afin d'en bien comprendre l'organisation générale, ce n'est pas le *faisceau*, mais le pointement trachéen.

En effet, alors que la course des faisceaux foliaires y offre de nombreuses variations d'un genre à l'autre et même dans un même genre, la course des pointements trachéens y montre une assez grande constance.

B. — Caractères généraux du mériphyte des Cycadacées. — *a*). *Le mériphyte de la feuille :* — Ainsi considéré, uniquement dans ses pointements trachéens, le mériphyte des Cycadacées offre une forme générale que l'on retrouve dans les espèces des genres *Cycas, Dioon, Ceratozamia,* chez certains *Macrozamia* et certains *Zamia*, et que l'on peut résumer de la façon suivante :

Les faisceaux du rachis, considérés dans leurs pointements trachéens, subissent de bas en haut une série de dichotomies successives et celles-ci

se produisent surtout aux dépens de ceux des faisceaux qui, circulant dans les marges de l'arc pétiolaire, sont destinés aux folioles.

Le ou les faisceaux qui pénètrent dans la base de chacune des folioles y subissent de même une série de dichotomies plus ou moins précipitées en rapport avec le nombre des nervures que renferme la foliole (sauf chez le *Cycas*).

Dans la région terminale des folioles, les faisceaux peuvent quelquefois finir en pointe libre, mais le plus souvent ils s'accolent successivement les uns sur les autres pour se réunir finalement soit en un seul qui se perd dans la base d'une pointe terminale unique, soit en plusieurs qui se terminent chacun dans la base de l'une des dents de la foliole.

Je rappellerai ici que METTENIUS a établi que la base du mériphyte est constituée par les dichotomies répétées de DEUX faisceaux qui n'ont pénétré dans la feuille qu'après une course demi-circulaire individuelle et de sens contraire autour du cylindre libéro-ligneux de la tige, cette feuille étant insérée à l'opposé de leur région de sortie de ce cylindre. Il y a là une disposition curieuse sur l'explication de laquelle je reviendrai dans un instant.

b). Le mériphyte de l'écaille ovulifère. — Un tel mériphyte se retrouve également dans l'écaille ovulifère, avec des réductions considérables et certaines modifications particulières, parmi lesquelles l'une des plus apparentes est que la course en ceinture ne se rencontre pas dans l'axe floral.

C. — LES PLIS LONGITUDINO-LATÉRAUX DU MÉRIPHYTE ET SES MODES DE COMPLICATION. — La *disposition classique* en Ω signalée sur la section transversale de l'appareil libéro-ligneux pétiolaire est dûe à l'action latérale qu'exercent *deux plis longitudinaux* sur l'arc primitivement régulier.

Loin d'être facilement reconnaissable chez toutes les Cycadacées, cette disposition ne se retrouve guère avec netteté que dans les genres *Cycas* et *Dioon*. Ailleurs, elle peut quelquefois *manquer* par absence des plis longitudinaux eux-mêmes; mais, le plus souvent, elle est, quoique bien développée, plus ou moins masquée par des *complications de diverses natures*.

a). C'est ainsi que dans les genres *Macrozamia*, *Zamia* et *Encephalartos*, le pétiole renferme un *système fasciculaire antérieur* à

faisceaux diversement groupés et diversement orientés. Ce système antérieur est, en partie du moins, dû à ce fait que *les traces foliolaires rentrantes possèdent également des plis longitudino-latéraux.*

Chez le *Ceratozamia mexicana*, il est vrai, la constitution du système antérieur du pétiole *n'a lieu qu'à sa base* et il s'y montre *sans relation apparente avec les traces foliolaires rentrantes ;* mais, comme dans l'écaille ovulifère de la même espèce, le système antérieur dépend nettement de la rentrée de faisceaux qu'on doit considérer comme foliolaires, il semble bien que l'indépendance de celui de la feuille végétative n'est qu'apparente.

Un système antérieur semblable à celui des feuilles se retrouve du reste à peu près dans toutes les écailles ovulifères, ainsi que dans l'étamine de l'*Encephalartos Barteri.*

b). Il peut également se produire des complications du mériphyte dans la région postérieure du rachis. En effet, son système normal, de même d'ailleurs que celui des traces foliolaires rentrantes, peut y présenter des *plissements secondaires* qui, en venant compliquer la forme relativement simple du mériphyte et en facilitant le déplacement des faisceaux dans de nouvelles directions, serviront à masquer la disposition primitive *(Encephalartos).*

C'est sous l'influence de ces complications nouvelles que l'on voit :

1°. — Certains faisceaux des traces foliolaires rentrer *directement* sur une partie variable de l'arc postérieur.

2°. — Certains faisceaux des branches radiales *s'intercaler dans l'arc postérieur ou dans les demi-arcs internes.*

3°. — Certains faisceaux correspondant aux plis directs antérieurs *participer à la formation du système fasciculaire antérieur.*

c). La complication propre de la forme des arcs pétiolulaires et celle de l'arc pétiolaire ne sont pas cependant les seules causes qui interviennent pour donner au système libéro-ligneux du rachis sa forme définitive. Il y a lieu de tenir encore grand compte, quoique cependant à un moindre degré, de l'élargissement plus ou moins prononcé de la face antérieure du pétiole, et, par suite, *de la position plus ou moins latérale ou plus ou moins antérieure qu'y occupe l'insertion des folioles.*

A ce point de vue, il faut mentionner spécialement le *Stangeria*

paradoxa chez lequel les folioles inférieures s'insèrent très antérieurement sur le rachis. Consécutivement à une énorme réduction de la face antérieure du pétiole, l'arc libéro-ligneux y *ramène ses bords en avant vers le plan de symétrie*, laissant entre eux un espace qui est comblé par la rentrée des traces des folioles inférieures. Et c'est ainsi que se forme l'*arc fermé spécial à ce genre*.

J'ai montré que c'est encore à une réduction de la face antérieure du pétiole qu'est dûe, chez le *Bowenia spectabilis*, le groupement des faisceaux en *trois rangs presque concentriques* qui rappellent ceux de l'*Angiopteris evecta*.

Enfin, j'ai montré que cette dernière disposition se trouve déjà indiquée chez d'autres Cycadacées, quoiqu'à un moindre degré, par exemple chez le *Macrozamia Peroffskyana*.

D. — Les Cycadacées et les Marattiacées. — D'après ce que je viens d'exposer relativement à l'anatomie du mériphyte pétiolaire chez les diverses Cycadacées, il semble démontré que le mode spécial d'insertion des pétiolules inférieurs du *Bowenia spectabilis* sur la face antérieure du pétiole, de même que celui des folioles inférieures du *Stangeria paradoxa* dans les mêmes conditions, sont des faits qui correspondent à une simple tendance de la feuille à la *peltation*. Ils sont peut-être analogues à ceux qu'on observe dans les feuilles sorifères des *Aneimia*, ou mieux de certains *Ophioglossum*, mais tout semble indiquer qu'ils ne leur sont nullement homologues.

Quant à la ressemblance de l'arc pétiolaire du *Bowenia spectabilis* avec celui de l'*Angiopteris evecta*, elle paraît de même, à première vue, sans importance au point de vue phylogénétique. Cependant, si l'on rapproche cette particularité de certains autres faits anatomiques et en particulier de ceux qui consistent dans la production de canaux gommifères chez les feuilles de ces deux espèces et dans l'*origine également* schizogène de ces canaux, on est amené à se demander s'il n'existerait pas réellement certaines homologies entre ces plantes. On peut, par suite, penser que la comparaison de leurs mériphytes pourra peut-être, à la suite d'une étude plus approfondie, être invoquée dans une certaine mesure pour justifier des affinités réelles entre les Cycadacées et les Marattiacées, ou du moins pour se prononcer sur la valeur de ces affinités supposées.

E. — L'APPAREIL GLANDULAIRE. — La nature et la structure de l'*appareil glandulaire* sont très constantes dans toute la famille des Cycadacées.

Mais certaines variations qu'il présente ont *une réelle valeur générique ou tout au moins spécifique*. Elles portent soit sur l'importance de son développement, soit sur la répartition finale des canaux, répartition qui se produit certainement sous l'influence des plissements de l'arc mériphytaire.

Ce dernier fait montre qu'il existe entre les cordons libéro-ligneux et les canaux sécréteurs des rapports évidents, mais ce ne sont là que des *rapports d'ensemble*, car, sauf dans quelques cas, il est bien difficile de reconnaître des rapports particuliers entre tel canal et tel faisceau.

Ces canaux glandulaires sont surtout développés dans l'écorce. Lorsqu'ils arrivent jusque dans les régions médullaires (de la tige ou de la feuille), ils y restent généralement localisés à la périphérie et y sont toujours moins abondants que dans l'écorce.

Ces canaux pénétrent bien un peu *dans la racine principale*, mais ils ne s'écartent jamais beaucoup de sa base.

F. — LA FLEUR DES CYCADACÉES. *a). Généralités.* — La fleur des Cycadacées est un axe réduit dont les feuilles sont transformées en écailles ovulifères.

A la base de cet axe, le pédoncule floral représente une *région allongée pourvue de bractées comme le reste mais sur laquelle ces bractées sont stériles et plus ou moins avortées*. De même, les écailles terminales de la fleur sont stériles, mais elles ne sont pas avortées et la partie de l'axe qui les porte reste courte.

b). Homologies des écailles ovulifères. — J'ai montré que l'étude anatomique de l'écaille ovulifère des Cycadacées permet, dans certains cas, de préciser les homologies qui, basées jusqu'ici sur la morphologie externe, ont été faites avec la feuille ordinaire.

L'écaille ovulifère représente bien *une feuille modifiée* dans laquelle le pédoncule est le rachis ; les ovules correspondent aux premières folioles et l'écusson est formé par la coalescence et l'hypertrophie de une ou *n* paires de folioles plus ou moins modifiées.

Chez les *Cycas*, les données anatomiques sont à ce point de vue aussi nettes que les caractères morphologiques.

Chez le *Dioon edule*, les quelques petites pointes marginales qui se trouvent vers l'extrémité de l'écusson lamelleux sont desservies par un ou deux faisceaux qui représentent des mériphytes foliolaires atrophiés.

Chez le *Ceratozamia mexicana*, les faisceaux des cornes externes de l'écaille ne sont autre chose que des mériphytes foliolaires qui, sous l'influence d'un pli longitudino-latéral, s'insèrent sur la *face interne* des bords d'un mériphyte pétiolaire constitué lui-même par les faisceaux descendus de la petite pointe médiane externe.

Chez le *Macrozamia spiralis*, l'indépendance jusque dans l'écusson de faisceaux descendus de la longue pointe externe de l'écaille indique que cette pointe représente un rachis terminal plus développé que dans l'espèce précédente ; par contre, il n'y a aucune indication de folioles latérales.

Dans les autres genres, la condensation est extrême ; l'écusson est le plus souvent massif et le système fasciculaire n'y permet aucune distinction ni en faisceaux foliolaires, ni en faisceaux pétiolaires. J'ajouterai en outre que chez les *Encephalartos* et certains *Macrozamia*, les faisceaux des ailes latérales qui prolongent l'écusson en dehors de chacune des graines, ne fournissent pas des indications suffisantes en vue de leur homologation certaine avec une paire de folioles.

En somme, l'écusson de l'écaille ovulifère de toutes les Cycadacées correspond à l'extrémité d'une feuille ordinaire, mais il est souvent impossible de le reconnaître directement, et ce n'est guère alors que grâce aux cas intermédiaires des *Dioon*, *Ceratozamia* et *Macrozamia*, et surtout à celui plus primitif des *Cycas*, que les homologies peuvent être établies.

c). Les ovules et leur interprétation. — Le système libéro-ligneux ovulaire comprend, comme on sait, deux couronnes de faisceaux, l'une dite tégumentaire, l'autre dite nucellaire.

J'ai substitué le mot *périnucellaire* à celui de nucellaire, voulant indiquer par là que la plus grande réserve devait être observée en vue de l'attribution exclusive de cette couronne au nucelle de l'ovule.

En effet, les rapports fasciculaires qui s'établissent d'une part, entre les deux couronnes, d'autre part entre la couronne tégumentaire et l'appareil de l'écaille, permettent de supposer que les faisceaux dits

tégumentaires pourraient être l'ÉQUIVALENT DE CEUX DE LA CUPULE du *Lagenostoma Lomaxi*, ceux de la couronne dite nucellaire représentant le système qui pénètre dans l'enveloppe de la macrospore.

Toutefois, dans cette interprétation, l'orientation normale des faisceaux tégumentaires de la graine des Cycadacées semblant en contradiction avec la position d'insertion des sporanges à la face inférieure des feuilles des Filicinées, on peut supposer que, dans le cours des temps, l'évolution s'est faite dans deux sens différents, dérivés d'un type filicinéen primitif à sporanges MARGINAUX ; l'un aurait abouti *aux sporanges* INFÉRIEURS *des Fougères actuelles et des Conifères*, l'autre *aux sporanges* SUPÉRIEURS *des Cycadacées.*

d). Caractères primitifs de la fleur des Cycadacées. — Avec DE SOLMS-LAUBACH, SCOTT et WORSDELL, je crois que la fleur des Cycadacées a, plus que les autres parties de la plante, conservé les caractères ancestraux. Mais mes recherches me permettent de tenir compte, en outre des particularités signalées par ces auteurs, 1° de la *simplicité primitive* du mériphyte de l'écaille ovulifère dans lequel il y a encore similitude entre la course des faisceaux et celle des pointements trachéens ; 2° de l'existence dans les traces ovulaires de certains *Cycas* et dans le pédoncule floral de l'*Encephalartos villosus* et du *Bowenia spectabilis*, de *cordons libéro-ligneux inverses situés en dehors des faisceaux normaux* et qui s'établissent grâce à L'EXTENSION ET AU PLISSEMENT DE LA ZÔNE CAMBIALE de ces derniers ; 3° de la présence de *faisceaux médullaires* dans l'axe floral femelle de l'*Encephalartos villosus*. Ce sont là, en effet, dans les deux derniers cas, des particularités qui rappellent la structure médulloséenne et qui se trouvent d'habitude mieux caractérisées *dans la fleur* des Cycadacées que dans aucun autre de leurs organes.

G. — LA STRUCTURE MÉDULLOSÉENNE. — Les Cycadacées présentent souvent un rappel plus ou moins bien caractérisé de la structure des Médullosées. J'en ai signalé plusieurs cas dans les germinations du *Cycas siamensis* et de l'*Encephalartos Barteri*, dans l'axe floral de l'*Encephalartos villosus* et du *Bowenia spectabilis*, ainsi que dans les traces ovulaires de certains *Cycas*.

J'ai montré que dans ces cas où il y a formation de faisceaux isolés, d'anneaux plus ou moins aplatis ou de bandes libéro-ligneuses plus ou

moins régulières à l'extérieur d'une couronne en apparence normale, tous ces aspects divers sont, en somme, toujours dûs à la même cause, c'est-à-dire à l'EXTENSION LATÉRALE DE LA ZÔNE CAMBIALE *des faisceaux de la couronne, suivie du* RETOURNEMENT VERS L'EXTÉRIEUR, du PLISSEMENT et du FRACTIONNEMENT *des prolongements qui résultent de cette extension.*

J'ai en outre indiqué qu'il semble vraisemblable d'admettre que la couronne libéro-ligneuse *en apparence normale* est, elle-même, formée par l'*accolement d'anneaux libéro-ligneux aplatis dans lesquels les* BANDES INTERNES A ORIENTATION INVERSE SE SERAIENT ATROPHIÉES.

Ainsi donc, les *Cycadacées* à couronne dite normale *ne dériveraient directement ni des Lyginodendrées* (1) *ni des Poroxylées,* MAIS BIEN DES MÉDULLOSÉES dont elles différeraient le plus souvent par leur tendance à reformer une couronne dite normale. Ce qui fait la particularité des exemples spéciaux dont je viens de parler et celle des tiges de Cycadacées à productions dites péricycliques, c'est que, plus que les autres, ils *reproduisent d'une façon plus visible quelques-unes des particularités ancestrales des Médullosées.*

En conséquence, si mes vues sont justes, les particularités libéro-ligneuses en apparence anormales de quelques Cycadacées *ne seraient pas des anomalies*, mais simplement des cas devenus rares d'une *disposition ancestrale normale*. En outre l'explication que j'en ai donnée s'appliquerait *vraisemblablement aussi*, au moins dans les grandes lignes, *aux particularités libéro-ligneuses des Médullosées.*

H. — EXPLICATION DE LA COURSE EN CEINTURE DES FAISCEAUX CORTICAUX DE LA TIGE. — La comparaison entre eux des divers mériphytes que renfermaient mes germinations m'a permis d'expliquer facilement cette particularité de la course des faisceaux corticaux en ceinture qui distingue si nettement les Cycadées actuelles des Cycadées fossiles.

Dans la base des feuilles très jeunes, les faisceaux foliaires rentrants sont toujours *régulièrement verticaux*. Ce n'est qu'ultérieurement, mais quelquefois de très bonne heure, que, *sous l'influence d'une croissance intercalaire localisée* des tissus parenchymateux voisins, ces

(1) Du reste chez les Lyginodendrées, le bois centripète n'existe que dans la tige; il n'accompagne même pas les faisceaux sortants jusqu'à leur sortie de l'écorce.

faisceaux verticaux *deviennent progressivement de plus en plus obliques puis enfin transversaux.*

L'accroissement intercalaire qui amène cette transformation est d'ordinaire dû à *l'apparition de nouvelles feuilles plus intérieures.*

Les faisceaux corticaux ne sont donc autre chose que des faisceaux rentrants ordinaires dont la course originairement verticale a pris un aspect très différent grâce à de puissants accroissements intercalaires localisés.

En ce qui concerne la course circulaire partielle de certains faisceaux cotylédonaires, il semble que la cause déterminante répond aux influences combinées du développement des jeunes feuilles et de la *constitution plus tardive de la couronne libéro-ligneuse centrale.*

I. — Rapport de l'axe hypocotylé et de la racine principale. — J'espère avoir démontré que la racine principale de mes germinations ne peut être considérée comme dûe à l'allongement de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé. Elle se montre au contraire *comme un organe nouveau inséré sur l'extrémité inférieure de cet axe.*

Ses tissus ligneux primaires centripètes qui forment une étoile bi-, tri- ou tétrapolaire s'insèrent sur le bois *centripète* des faisceaux *cotylédonaires.* Il en résulte que les lames ligneuses de mise en contact de ces deux organes sont *planes* et non tordues comme chez les autres Gymnospermes et les Dicotylédones.

J. — Affinités des Cycadacées. — J'ai déjà montré que l'étude des particularités anatomiques m'avait conduit à rapprocher beaucoup plus intimement les Cycadacées des Médullosées que des Lyginodendrées.

Aussi, si j'ai, au cours de ce travail, comparé les graines des Cycadacées à celles des Lyginodendrées, c'est uniquement à défaut de mieux, aucune graine médulloséenne n'ayant été encore décrite. Toutefois, je crois pouvoir dire, par interprétation des résultats obtenus dans ce mémoire, que les Médullosées, elles aussi, ont porté des graines et, en outre, que ces graines ont dû être, par leur structure et leur développement, intermédiaires à celles des Lyginodendrées et des Cycadacées. C'est dire que je considère les Cycadacées comme dérivées de Lyginodendrées ou d'une famille voisine par l'intermédiaire des Médullosées.

Parmi les Cycadacées, ce sont les genres *Cycas*, *Encephalartos* et aussi, mais à un moindre degré et malgré les apparences dûes à la morphologie externe, le *Bowenia spectabilis*, qui semblent avoir plus que les autres conservé les caractères primitifs. Quant au *Stangeria paradoxa*, son anatomie ne paraît pas, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, répondre à l'aspect primitif de ses folioles filicinéennes.

VU ET APPROUVÉ :

Caen, le 8 juin 1904

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

O. LIGNIER.

PERMIS D'IMPRIMER :

Caen, le 8 juin 1904

Le Recteur de l'Académie de Caen,

E. ZEVORT.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Liste des ouvrages cités dans le présent Mémoire ou simplement consultés

1. A. DE BARY. Notigen über die Blüthe einiger Cycadeen (*Bot. Zeit.*, 1870.
2. ID. Comparative Anatomy of the vegetative organs of the Phanerogams and Ferns (*Eng. ed.*, 1884).
3. BERTRAND ET CORNAILLE. Étude sur quelques caractéristiques de la structure des Filicinées actuelles (1re partie), (*Trav. et Mém. de l'Université de Lille*, t. X, Mém. nº 29, 1902).
4. BERTRAND ET RENAULT. Remarques sur les faisceaux foliaires des Cycadées actuelles et sur la signification morphologique des tissus unipolaires diploxylés (*Arch. Bot. du Nord*, t. II, 1882-86).
5. ID. Recherches sur les Poroxylons, Gymnospermes fossiles des terrains houillers supérieurs (*Id.*).
6. BORNEMANN. Ueber organische Reste der Lettenkohlengruppe Thüringen (*Leipzig*, 1856).
7. BOWER. On the comparative Morphology of the Leaf in vascular Cryptogams and Gymnosperms (*Phil. Trans.*, vol. 175, 1884).
8. BRAUN. Die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen, erläutert durch die Stellung dieser Familie im Stufengang des Gewächsreiches (*Monats. K. preuss. Akad. Wiss.*, 1875).
9. ID. Ueber zwei von Hildebrandt ungeführte Cycadeen nebst Bemerkungen über einige andere Cycadeen (*Sitz. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin*, 1876).
10. BREBNER. On the Mucilage canals of the Marattiacæa (*Journal Linn. Soc., London*, XXX. 1895).

11. Brongniart Ad. Recherches sur l'organisation des tiges des Cycadées (*Ann. des Sc. Nat.*, 1re série, vol. XVI, 1829).

12. Id. Note sur un nouveau genre de Cycadée du Mexique (*Ann. des Sc. Nat.*, 3e série, t. V, 1846).

13. Buckland. On the Cycadeoideæ, a Family of fossil Plants found in the Oolite Quarries of the Isle of Portland (*Geol. Trans. of London*, 2e série, vol. II, 1828).

14. de Candolle. Prodromus regni vegetalis (Pars XVI, 1868).

15. Capellini et de Solms-Laubach. I Tronchi di Benettitee dei Musei Italiani (*Mem. d. R. Acad. d. Sc. d. Istuto di Bologna*, 5e série, t. XII, 1892).

16. Carruthers. On some Cycadean Fruits from Secondary Rocks of Britain (*Geol. Mag.*, IV, 1867).

17. Cohn. Ueber einen reifen Fruchtzapfen von *Encephalartos Lehmanni* (*Sitz. d. Bot. Sect. d. Schl. Gesel. für Vaterland cultur im Jahre*, 1891).

18. Costantin et Morot. Origine des faisceaux ligneux surnuméraires des Cycadées (*Bull. Soc. Bot. de France*, XXXII, 1885).

19. Endlicher. Genera Plantarum (*Wien.* 1836-40).

20. Engler und Prantl. Die Natürlichen Pflanzenfamilien (2e partie, vol. I, Leipzig, 1889).

21. Feistmantel. Ueber die Nœggerathien (*Sitz. K. Gesellsch. d. Wiss. in Prag.*, 1879).

22. Goppert und Stenzel. Die Medulloseæ, eine neue Gruppe der fossilen Cycadeen (*Palæontographia*. vol. XXVIII, 1881).

23. Gregg. Anomalous thickening in the roots of *Cycas Seemanni* (*Ann. of Bot.*, vol. I, 1887).

24. Ikeno. Zur Kenntniss des sogenannten centrosomähnlichen Korpers in Pollenschlanch der Cycadeen (*Flora*, vol. LXXXV, 1898).

25. Id. Volänfige Mittheilung über die Spermatozoiden bei *Cycas revoluta* (*Bot. Centr.*, LXIX, 1877).

26. Id. Untersuchungen über die Entw. der Geschlechtsorgane und den Vorgang der Befruchtung bei *Cycas revoluta* (*Pringsh. Jahrb.*, XXXII, 1898).

27. Jeffrey E. C. The structure and development of the stem in the Pteridophyta and Gymnosperms (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, B. 195, 1902).

28. Juranyi. Bau und Entwickelung der Pollens bei *Ceratozamia* (*Jahrb. für Wiss. Bot.*, VIII, 1872).

29. Karsten. Organographische Betrachtungen der *Zamia muricata* (*Abh. der Berl. Akad. zu Berlin*, 1856).

30. Kidston, Rob. On the fructification of *Neuropteris heterophylla*, Brongn. (*Phil. Trans. of the Roy. Soc. of London*, sér. B., vol. 197, 1904).

31. Kraus, Ueber den Bau der Cycadeenfiedern (*Pring. Jahrb. f. Wiss. Bot.*, vol. IV, 1865-66).

32. Lang. Studies in the development and morphology of Cycadean Sporangia. — I. The Microsporangia of *Stangeria paradoxa* (*Ann. of Bot.*, XI, 1897). — II. The ovule of *Stangeria paradoxa* (*Ann. of Bot.*, XIV, 1900).

33. Lestibondois. Mémoire sur la structure des Cycadées (*C. R. Ac. des Sc.*, 1860).

34. Life. The tuber-like rootlets of *Cycas revoluta* (*Botanical Gazette*, 31, 1901),

35. Lignier. De l'importance du système libéro-ligneux foliaire en anatomie végétale (*C. R. Acad. des Sc.*, 1888).

36. Id. De l'influence que la symétrie de la tige exerce sur la distribution, le parcours et les contacts de ses faisceaux libéro-ligneux (*Bul. Soc. Lin. de Normandie*, 4e série, IIIe vol., 1888-89).

37. Id. De la forme du système libéro-ligneux foliaire chez les Phanérogames (*id.*).

38. Id. La nervation tænioptéridée des folioles de *Cycas* et le tissu de transfusion (*Id.*, VIe vol , 1892).

39. Id. Observations sur la nervation de la feuille du *Cycas siamensis* (*Id.*, VIIIe vol., 1894).

40. Id. La nervation des Cycadées est dichotomique (*Cong. Assoc. pour l'avanc. des Sc.*, Caen, 1894).

41. Id. Structure et affinités du *Bennettites Morierei* (*Mém. Soc. Linn. de Normandie*, XVIIIe vol., 1894).

42. Id, Étude anatomique du *Cycadeoidea micromyela* (*Id.*, XXe vol., 1901).

43. Matte. Le mériphyte chez les Cycadacées *C. R. Acad. des Sc.*, 1903).

44. Id. Une anomalie de structure dans l'écaille ovulifère du *Ceratozamia mexicana* (*Bul. Soc. Lin. de Normandie*, 5e série, VIIe vol., 1903).

45. Mettenius. Beiträge zur Anatomie der Cycadeen (*Abh. d. K. Sachs., Gesellsch. d. Wiss.*, Bd. VII, 1860).

46. Miquel. Note sur l'*Encephalartos horridus* et sur ses différentes formes (*Ann. des Sc. Nat.*, 3e série, Bot., vol. X, 1883).

47. Id. Note sur la préfoliation des Cycadées (*Bul. des Sc. Phys. de Néerlande*, 2e série, t. XI, 1839).

48. Id. Monographia Cycadearun (1842).

49. Id. Ueber den Bau eines erwachsenen Stammes von *Cycas circinalis* (*Linnœa*, t. XVIII, 1844).

50. Mohl (Hugo von). Ueber den Bau der Cycadeen-Stammes und sein Verhältniss zu dem Stammes der Coniferen und Baumfarn (*Abh. d. Konig. bay. Akad. zu Münch*, I, 1832, *und Verm. Schriften*, 1845).

51. Morren. Sur la gomme des Cycadées (*Acad. Roy. de Bruxelles*, VI, nº 8).

52. Moore. Einige Bemerkungen über die Gastung *Macrozamia* (*Uebersetzt. von Herm. Hienbaum Wittmack's Gartenzeitung*, III, nº 48).

53. Nestler, Dr A. Ein Beiträge zur Anatomie der Cycadeenfiedern (*Pring. Jahr. f. Wiss., Bot.*, Bd. XXVII, H. 3, 1895).

54. Oliver, F. W. The ovules of the older Gymnosperms (*Ann. of. Bot.*, vol. XVII, nº LXVII, 1903).

55. Oliver et Scott. On *Lagenostoma Lomaxi*, the seed of Lyginodendron (*Proc. of. the Roy. Soc.*, vol. LXXI, 1903).

56. Pearson, H. H. W. Anatomy of the Seedling of *Bowenia spectabilis* (*Ann. of. Bot.*, vol. XII, nº XLVIII, 1898).

57. Potonié, H. Aus der Anatomie lebender Pteridophyten und von *Cycas revoluta* (Berlin, 1887).

58. Reinke. Beiträge zur Kenntniss der Gymnospermen-Wurzel (*Morphol. Abhdl.*, Leipzig, 1873).

59. Renault. Cours de botanique fossile (t. I, 1881).

60. Id. Bassin houiller et permien d'Autun et d'Epinac (Paris, 1896).

61. Id. Etude du genre *Myelopteris* (*Mém. de l'Ac. des Sc.*, tome XXII, nº 10, 1875).

62. Richard L. C. Commentatio Botanica de Coniferis et Cycadeis (Stuggart, 1826).

63. Richardson T. G. Dioon spinulosum (*Gard. Chron.*, 4e s., vol. XX, nº CCLIV).

64. Rheede. Hortus Malabaricus, (t. III).

65. Sachs. Lehrbuch der Botanik (4e s. 1874).

66. de Saporta G. Paléontologie française (2e s., *Végét., Pl. Jurass.*, t. II, 1875).

67. DE SAPORTA G. Notice sur l'*Encephalartos Gorceixianus*, cycadée fossile du dépôt miocène de Koumi (Eubée) (*Bull. Soc. Bot. et Hort. de Provence*, 1880).

68. SEWARD A. C. A contribution to our Knowledge of *Lyginodendron* (*Ann. of. Bot.*, vol. XI, 1897).

69. SCOTT, Dr, H. The anatomical characters presented by the peduncle of Cycadacæa (*Ann. of. Bot.* vol. XI, n° XLIII. 1896).

70. ID. On *Cycadeoidea gigantea*, a new Cycadean stem from the Purbeck beds of Portland (*Quart. Journ. Geol. soc.*, LIII, 1897).

71. ID. On *Medullosa anglica*, a new representative of the Cycadofilices (*Phil. trans. Roy. Soc. London*, s. B, vol. CXCI, 1899).

72. ID. Studies in fossil botany (*Adam and Ch. Black, London*, 1900).

73. SOLMS-LAUBACH (Graf zu). Die Sprossfolge der *Stangeria* und der übrigen Cycadeen (*Bot. Ztg.*, 1890).

74. ID. Pflanzenreste der Unterculm von Saafeld (*Abhdl. d. k. Preuss. Geol. Laud.*; *neue Folge*, H. 23, 1896).

75. ID. Ueber *Medullosa Leuckharti* (*Bot. Ztg.*, 1877).

76. VAN TIEGHEM. Anatomie de la fleur des Gymnospermes (*Ann. des Sc. Nat.*, 5e série, t. X, 1868).

77. THIBOUT. Recherches sur l'appareil mâle des Gymnospermes (Thèse, Lille, 1896).

78. TREUB. Recherches sur les Cycadées (*Ann. des Sc. Nat.*, 6e série, XII 1882, et *Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg*, II, 1882 et IV, 1884).

79. VETTERS, K. L, Die Blattstiele der Cycadeen (Leipzig. 1784).

80. WARMING. Undersogelser og Betragninger over Cycadeerne (*Oversigter over d. K. D. Vidensk. Sellskapet Forhandlingar, Kjobenhavn*, 1877).

81. ID. Bidrag til Cycadeernes Naturhistorie (*id.*), 1879).

82. WEBER, W. Spermatogenesis and fecundation of Zamia (*Bot. Gaz.*, XXIV, 1897).

83. WEBER, HERBERT J. Researches upon Zamia (*Bot. Gaz.*, XXIV, 1897).

84. WEBER ET Dr J. STERZEL. Beiträge zur Kenntniss der Medulloseae (*Nat. Ges. zu Chemnitz*, XIII, 1893-96).

85. WILLIAMSON AND SCOTT. Further Observations in the organization of the Fossil Plants of the Coal-Measures ; Part. III : Lyginodendron and Heterangium (*Phil. trans.*, vol. 186, B, 1895).

86. Williamson and Scott. A contribution to our Knowledge of Lyginodendron. (*Ann. of. Bot.* 1897).

87. Wieland G. Notes on living Cycas : I, On the Zamias of Florida (*The Amer. Journ. of Science*, vol. XIII, 1902).

88. Worsdell. W. C. The Anatomy of the stem of *Macrozamia* compared with that of other genera of Cycadeae (*Ann. of Bot.*, vol. X, n° XL, 1896).

89. Id. On Transfusion-Tissue : its origin and function in the leaves of Gymnosperms plants (*The trans. of the Linn. Soc. of London*, vol. V, part 8, 1897).

90. Id. The vascular structure of the Sporophylls of the Cycadaceae *Ann. of bot.*, vol. XI, 1897).

91. Id. The comparative Anatomy of certain genera of the Cycadaceae (*The journ. of the Linn. Soc.*, vol. XXXIII, 1898).

92. Id. The comparative anatomy of certain species of *Encephalartos* (*The trans. of the Linn. Soc. of London*, vol. V, part 14, 1900).

93. Id. Contributions to the comparative anatomy of the Cycadaceae (*id.*, vol. VI, Part 2. 1901).

94. Zimmermann. Ueber das Transfusiongewebe (*Flora*, 1880).

EXPLICATION DES PLANCHES

Lettres communes à toutes les figures

ep	épiderme.	Δ	trachées primaires.
hyp. scl.	hypoderme scléreux.	*bp* ou b_I	bois centripète.
syst. ant.	système fasciculaire antérieur.	*bf* ou b_{II}	bois centrifuge.
tf	tissu de transfusion.	λ	liber primaire.
zc	zône cambiale.	l_{II}	liber secondaire.
rf	rayon de faisceau.	*tc*	tubes criblés.
rm	rayon médullaire.	*fl*	fibres libériennes.

PLANCHE I

Fig. 1. — *Cycas revoluta*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 2. — *Cycas revoluta*. Parcours des faisceaux de la région moyenne du même pétiole.

Fig. 3 et 4. — *Cycas revoluta*. Parcours des faisceaux des régions terminale et moyenne d'un autre pétiole.

Fig. 5. — Section transversale de la base du pétiole (Gr. 15).

Fig. 6. — Représentation schématique de l'arc pétiolaire des Cycadacées à mériphyte simple.

Fig. 7. — *Cycas revoluta*. Faisceau concentrique de la base du pétiole (Gr. 90).

Fig. 8. — *Cycas circinalis*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 9. — *Cycas circinalis*. Parcours des faisceaux de la région moyenne du même pétiole.

Fig. 10. — *Cycas glauca*. Reproduction d'un parcours figuré par le Dr Nestler (53) (fig. 3, pl. XI).

Fig. 11. — *Cycas circinalis*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure 8.

Fig. 12. — *Cycas circinalis*. Section transversale de la base du pétiole (Gr. 15).

PLANCHE II

Fig. 13. — *Dioon edule*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 13 *bis*. — *Dioon edule*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

Fig. 14. — *Dioon edule*. Parcours des faisceaux de la région moyenne du pétiole.

Fig. 15 et 16. — *Dioon edule*. Sections transversales correspondant aux niveaux x et y de la figure précédente (Gr. 45).

Fig. 17 à 24. — *Dioon edule*. Série de sections transversales pratiquées au-dessous de l'insertion de la 20^{e} paire foliolaire (Gr. 45).

Fig. 25. — *Ceratozamia mexicana*. Deux folioles provenant, l'une de la feuille d'un tronc adulte (Réd. au $\frac{1}{6}$), l'autre de celle d'une germination (Réd. au $\frac{1}{3}$).

Fig. 26. *Ceratozamia mexicana*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 26 *bis*. — *Ceratozamia mexicana*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

PLANCHE III

Fig. 27. — *Ceratozamia mexicana*. Représentation schématique de deux faisceaux foliolaires au niveau de leur rentrée dans le rachis.

Fig. 28 à 31. — *Ceratozamia mexicana*. Sections transversales pratiquées à des niveaux divers du pétiole et montrant les coalescences de portions ligneuses de faisceaux différents (Gr. 40).

Fig. 32. — *Ceratozamia mexicana*. Section tranversale de la base du pétiole (Gr. 40).

Fig. 33. — *Ceratozamia Katzeriana*. Section transversale du pétiole pratiquée au-dessous de la 1re paire inférieure des folioles.

Fig. 34. — *Macrozamia Peroffskyana*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 34 *bis*. — *Macrozamia Peroffskyana*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

Fig. 35. — *Macrozamia Peroffkyana*. Parcours des faisceaux de la région moyenne du pétiole.

Fig. 36. — *Macrozamia Peroffskyana*. Section transversale pratiquée à la base du pétiole (Gr. 30).

Fig. 37. — *Macrozamia spiralis*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 38 à 41. — *Macrozamia spiralis*. Sections transversales du pétiole pratiquées aux niveaux xy, $x'y'$, $x''y''$ et $x'''y'''$ du parcours de la figure précédente (Gr. 50).

Fig. 42. — *Macrozamia spiralis*. Section transversale de la région moyenne du pétiole (Gr. 50).

Fig. 43. — *Macrozamia spiralis*. Section transversale de la base du même pétiole (Gr. 40).

PLANCHE IV

Fig. 44. — *Zamia Skinneri*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 44 *bis*. — *Zamia Skinneri*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

Fig. 45. — *Zamia Skinneri*. Section transversale pratiquée au-dessous de la première paire foliolaire inférieure (Gr. 50).

Fig. 46. — *Zamia Skinneri*. Section transversale pratiquée au niveau xy du même pétiole (Voir fig. 44).

Fig. 47. — *Zamia integrifolia*. — Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 47 *bis*. — *Zamia integrifolia*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

Fig. 48 et 49. — *Zamia integrifolia*. Sections transversales du même pétiole pratiquées aux niveaux xy et $x'y'$ de la figure 47 (Gr. 60).

Fig. 50. — *Zamia integrifolia*. Section transversale de la région moyenne du même pétiole (Gr. 60).

Fig. 51. — *Zamia integrifolia*. Section transversale du même pétiole pratiquée au-dessous de la première paire foliolaire inférieure (Gr. 60).

Fig. 52. — *Zamia integrifolia*. Parcours schématique des canaux gommifères du même pétiole

Fig. 53. — *Zamia muricata*. Section transversale de la pointe terminale du pétiole (Voir fig. 54, pl. V) (Gr. 100).

Fig. 55. — *Zamia muricata*. Section transversale du même pétiole correspondant au niveau *xy* de la figure 54 (pl. V) (Gr. 50).

Fig. 56. — *Zamia muricata*. Section transversale de la région moyenne du même pétiole (Gr. 50).

Fig. 57. — *Zamia muricata*. Section transversale du même pétiole pratiquée au-dessous de la 1re paire foliolaire inférieure (Gr. 50).

PLANCHE V

Fig. 32 *bis*. — *Ceratozamia mexicana*. Section transversale de la base d'une jeune feuille d'un tronc adulte (Gr. 45).

fa, système fasciculaire antérieur. — *fst* faisceaux stipulaires.

Fig. 54. — *Zamia muricata*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 58. — *Zamia muricata*. Section transversale de la base du même pétiole (Gr. 45).

Fig. 59. — *Encephalartos horridus*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 60 à 64. — *Encephalartos horridus*. Sections transversales pratiquées à des niveaux différents de la pointe pétiolaire (Voir fig. 59).

Fig. 65 à 71. — *Encephalartos horridus*. Sections transversales successives pratiquées au niveau d'insertion de la 4e paire foliaire (Voir fig. 59).

Fig. 72. — *Encephalartos horridus*. Section transversale pratiquée dans le 7e entre-nœud foliaire.

Fig. 73 et 74. — *Encephalartos horridus*. Deux états successifs d'un faisceau pétiolaire (Gr. 90).

Fig. 75 et 76. — *Encephalartos horridus*. Sections transversales pratiquées dans le 5e entre-nœud foliolaire montrant les positions extrêmes du faisceau *p* qui passe de l'une des branches de l'arc externe sur l'autre.

PLANCHE VI

Fig. 77 à 93. — *Encephalartos horridus*. Sections transversales pratiquées à des niveaux successivement plus inférieurs de quatre entre-nœuds consécutifs de la région moyenne du pétiole ; rapports des traces foliolaires entre elles et avec l'arc pétiolaire ; particularités dans la formation de ce dernier.

Fig. 78 *bis*. — *Encephalartos horridus*. Aspects divers de la trace foliolaire rentrante T^{d}_{n} ; les positions extrêmes correspondent aux figures 78 et 79.

Fig. 96 et 97. — Figures schématiques montrant les positions diverses des faisceaux de l'arc pétiolaire chez l'*E. horridus* (mériphyte complexe) et chez le *Dioon edule* (mériphyte simple).

PLANCHE VII

Fig. 94. — *Encephalartos horridus*. Section transversale du pétiole pratiquée au niveau d'insertion de la paire foliolaire inférieure (Gr. 40).

Fig. 95. — *Encephalartos horridus*. Section transversale du même pétiole pratiquée un peu au-dessus de la base d'insertion sur la tige (Gr. 40).

Fig. 98. — *Encephalartos Lehmanni*. Section transversale du pétiole pratiquée un peu au-dessus de la base d'insertion sur la tige (Gr. 40).

Eig. 99. — *Encephalartos Altensteinii*. Section transversale du pétiole pratiquée un peu au-dessus de la base d'insertion sur la tige (Gr. 40).

Fig. 100. — *Encephalartos villosus*. Section transversale du pétiole pratiquée un peu au-dessus de la base d'insertion sur la tige (Gr. 40).

Fig. 101. — *Encephalartos cycadifolius*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 102. — *Encephalartos cycadifolius*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

Fig. 103 à 106 et fig. 108 à 111. — *Encephalartos cycadifolius*. Sections transversales du même pétiole pratiquées à des niveaux différents et montrant les complications successives de l'arc mériphytaire (Gr. 45).

Fig. 107. — *Encephalartos cycadifolius*. Parcours schématisé des faisceaux pétiolaires ; les traces foliolaires binaires se rendent alternativement soit vers l'extrémité de l'arc externe (trait plein), soit vers la concavité de l'arc (trait discontinu).

Fig. 112. — Représentation schématique des rapports d'une trace foliolaire T avec l'arc pétiolaire P chez les types à mériphyte complexe.

PLANCHE VIII

Fig. 113. — *Stangeria paradoxa*. Parcours des faisceaux de la région terminale du pétiole.

Fig. 113 *bis*. — *Stangeria paradoxa*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

Fig. 114. — *Stangeria paradoxa*. — Parcours des faisceaux relevé au niveau d'insertion des deux paires foliolaires inférieures.

Fig. 115. — *Stangeria paradoxa*. Section transversale du même pétiole pratiquée au-dessous de la foliole 3^{d}, niveau x de la figure 113 : *l'arc est simple* (Gr. 50).

Fig. 116 à 119. — *Stangeria paradoxa*. Sections transversales du même pétiole pratiquées aux niveaux x^{I}, x^{II}, x^{III} et x^{IV} de la figure 114 : *pli longitudino-latéral peu accentué, extrémités rentrantes de l'arc pétiolaire, insertion antérieure de la 11^{e} paire foliolaire, fermeture complète de l'arc en avant du rachis*. (Gr. 35).

Fig. 120. — *Stangeria paradoxa*. Section transversale de la base du pétiole (Gr. 35).

Fig. 121. — *Stangeria paradoxa*. Un faisceau de l'arc pétiolaire; développement considérable du bois centripète dont une portion tend à se détacher vers l'intérieur (voir fig. 117, p), (Gr. 120).

Fig. 123 à 127. — *Bowenia spectabilis*. Sections transversales pratiquées à des niveaux successifs d'un pétiolule (voir fig. 122, Pl. IX). (Gr. 60).

Fig. 128. — *Bowenia spectabilis*. Section transversale de la base du même pétiolule. (Gr. 40).

Fig. 129 et 130. — *Bowenia spectabilis*. Union des deux traces pétiolulaires terminales pour constituer l'arc pétiolaire principal. (Gr. 40).

PLANCHE IX

Fig. 122. — *Boiwenia speetabilis*. Parcours des faisceaux de la région terminale d'un pétiolule.

Fig. 122 *bis*. — *Bowenia spectabilis*. Parcours des pointements trachéens tiré du parcours de la figure précédente.

Fig. 131 à 142. — *Bowenia spectabilis*. Etats successifs de la formation de l'arc pétiolaire principal (Gr. 40.

Fig. 143. — *Bowenia spectabilis*. Section transversale de la base du rachis principal (Gr. 8).

Fig. 144. — Développement d'un canal gommifère suivant le mode schizogène (Gr. 160).

Fig. 145. — Un canal gommifère définitivement constitué.

PLANCHE X

Fig. 146. — *Cycas neo-caledonica*. Ecaille ovulifère : formation d'un faisceau concentrique aux dépens du faisceau terminal du limbe stérile; isolement d'un cordon antérieur *a* (Gr. 80)

Fig. 147 à 149. — *Cycas neo-caledonica*. Etats divers d'une trace ovulaire après sa pénétration dans le rachis de l'écaille (Gr. 40).

i, cordons libéro-ligneux inverses formés par plissement de la zône cambiale *zc* et z_1c_1.

Fig. 150. — *Cycas neo-caledonica*. Détail d'une portion de la figure 148 (Gr. 160).

Fig. 151. — *Cycas neo-caledonica*. Aspect de la trace ovulaire au moment de sa mise en rapport avec la marge de l'arc du pédoncule ovulifère (Gr. 120).

Fig. 152 et 153. — *Cycas neo-caledonica*. L'arc pédonculaire dans la région moyenne et à la base de l'organe (Gr. 10).

Fig. 154. — *Cycas circinalis*. L'arc pédonculaire au-dessous de la région ovulifère (Gr. 16).

fa système fasciculaire antérieur.

Fig. 155 et 156. — *Cycas circinalis*. Section transversale des régions moyenne et inférieure de la graine (Gr. 25).

ft faisceaux tégumentaires ; *fn* couronne périnucellaire.

Fig. 157. — *Cycas circinalis*. Aspect de la trace ovulaire dans le rachis de l'écaille.

Fig. 158. — *Dioon edule*. Course des faisceaux dans l'écaille ovulifère.

fm faisceau marginal ; *fsm* faisceau sub-marginal.

Fig. 159. — *Dioon edule*. Parcours des faisceaux de la région moyenne de l'axe floral (d'après une photographie).

fr faisceaux caulinaires ; *fr* faisceaux rentrants des écailles.

Fig. 160. — *Dioon edule*. Section transversale du pédoncule de l'axe floral (Gr. nat.)

Fig. 161. — *Dioon edule*. Détail d'une portion de faisceau de la couronne libéro-ligneuse du pédoncule floral (Gr. 80).

Fig. 162. — *Ceratozamia mexicana*. Section transversale de l'écaille ovulifère pratiquée au-dessous des cornes externes (Gr. 4).

Fig. 163. — *Ceratozamia mexicana*. Section transversale de la région moyenne de l'écusson dans la même écaille (Gr. 4).

PLANCHE XI

Fig. 164. — *Ceratozamia mexicana*. Parcours des faisceaux de l'écaille ovulifère (d'après une photographie).

Sp, Système fasciculaire postérieur; *Sa*, Système antérieur.

Fig. 165. — *Ceratozamia mexicana*. Section transversale de l'écusson pratiquée un peu au-dessus du niveau d'insertion des ovules (Gr. 6).

Fig. 166. — *Ceratozamia mexicana*. Section transversale de la base du pétiole de l'écaille ovulifère (Gr. 3).

Fig. 167 et 168. — *Ceratozamia mexicana*. Sections transversales pratiquées un peu au-dessus de la précédente (Gr. 8).

Fig. 169. — *Ceratozamia mexicana*. Parcours schématique ramené sur un plan horizontal et montrant la réunion des couronnes tégumentaire et périnucellaire en une seule.

c.tg, couronne tégumentaire ; *c.nu*, couronne périnucellaire.

Fig. 170. — *Ceratozamia mexicana*. Un faisceau de la région moyenne de l'écusson (Gr. 120).

bp bois centripète à éléments dispersés.

Fig. 171. — *Ceratozamia mexicana*. Un faisceau marginal de l'arc pétiolaire (Gr. 120).

Fig. 172. — *Ceratozamia mexicana*. Un faisceau quelconque du même pétiole (Gr. 120).

tr masse de trachéides détachée de la portion centrifuge du faisceau sous l'influence d'un accroissement intercalaire.

Fig. 173. — *Ceratozamia mexicana*. Parcours des faisceaux de la région terminale de l'axe floral femelle.

fs, faisceaux supplémentaires.

Fig. 174. — *Ceratozamia mexicana*. Parcours des faisceaux de la région moyenne du même axe floral (d'après une photographie).

Fig. 175. — *Ceratozamia mexicana*. Un segment de la section transversale de la base du pédoncule floral : Formation de cordons libéro-ligneux postérieurs, *fl*, (Gr. 9).

Fig. 176. — *Ceratozamia mexicana*. Un faisceau de la couronne libéro-ligneuse de l'axe floral femelle (Gr. 80).

Fig. 177. — *Ceratozamia purpurea*. Parcours des faisceaux de l'écaille ovulifère (*En vue d'une simplification graphique, les dichotomies subies par les faisceaux fa du système antérieur à leur entrée dans l'écusson n'ont pas été marquées sur la figure*).

Fig. 178. — *Ceratozamia purpurea*. Parcours des faisceaux de la région terminale de l'axe floral femelle.

Fig. 179. — *Zamia Wallisii*. Poils bicellulaires de la surface de l'écusson (Gr. 140).

Fig. 180. — *Zamia Wallisii*. Écaille ovulifère : section transversale de la région moyenne de l'écusson (Gr. 40).

Fig. 182. — *Zamia Wallisii*. Parcours des faisceaux dans l'écaille ovulifère.

Fig. 185. — *Microcycas calocoma*. Poils bicellulaires à cellule terminale ramifiée de la surface de l'écusson (Gr. 140).

PLANCHE XII

Fig. 181. — *Zamia Wallisii*. Section transversale de la région supérieure du pétiole de l'écaille ovulifère (Gr. 60).

Fig. 183. — *Zamia Wallisii*. Section transversale du pédoncule de la fleur femelle (Gr. 20).

Fig. 184. — *Zamia Wallisii*. Course des faisceaux dans la région écailleuse de l'axe floral femelle.

Fig. 186. — *Microcycas calocoma*. Écaille ovulifère : section transversale de la région inférieure de l'écusson (Gr. 60).

Fig. 187. — *Microcycas calocoma*. Parcours des faisceaux dans l'écaille ovulifère.

Fig. 188. — *Microcycas calocoma*. Etamine (face inférieure), (Gr. nat.).

Fig. 189. — *Encephalartos villosus*. Écaille ovulifère : section transversale de la base de l'écusson (Gr. 2).

Fig. 190. — *Encephalartos villosus*. Parcours des faisceaux dans l'écaille ovulifère (d'après une photographie).

Fig. 191. — *Encephalartos villosus*. Parcours des faisceaux au voisinage de l'insertion de la graine.

Fig. 192. — *Encephalartos villosus*. Section transversale de la région supérieure du pétiole de l'écaille ovulifère (Gr. 40).

Fig. 193. — *Encephalartos villosus*. Section transversale de la base du même pétiole (Gr. 40).

Fig. 194. — *Encephalartos villosus*. Parcours des faisceaux dans le premier tiers supérieur de l'axe floral femelle (vu de l'extérieur) (d'après une photographie).

Fig. 195. — *Encephalartos villosus*. Parcours des faisceaux relevé sur un segment longitudino-radial de la région moyenne du même axe (d'après une photographie).

Fig. 196. — *Encephalartos villosus*. Portion d'une section transversale de la région moyenne du même axe (Gr. 4)

Fig. 201 à 204. — *Encephalartos villosus*. Représentation demi-schématique de quelques massifs fasciculaires du pédoncule floral.

PLANCHE XIII

Fig. 197 et 198. — *Encephalartos villosus*. Portions de sections transversales pratiquées à deux niveaux successivement plus inférieurs du pédoncule de l'axe floral (Gr. 4).

Fig. 199 et 200. — *Encephalartos villosus*. Deux masses fasciculaires complexes de la couronne libero-ligneuse du pédoncule floral (Gr. 160).

Fig. 205 et 206. — *Encephalartos Barteri*. Écaille ovulifère : arcs libéro-ligneux relevés au sommet et à la base du pétiole (Gr. 80).

Fig. 207. — *Encephalartos Barteri*. Section transversale du pédicelle de l'étamine (Gr. 50).

Fig. 208. — *Encephalartos Barteri*. Section transversale du pédicelle commun aux écailles concrescentes du sommet du cône mâle (Gr. 40).

Fig. 209. — *Encephalartos Barteri*. Parcours des faisceaux de la région moyenne de l'axe fertile (d'après une photographie).

Fig. 210. — *Encephalartos Barteri*. Relations d'une trace staminale rentrante *f.st* avec les faisceaux de l'axe floral.

Fig. 211. — *Encephalartos Caffer*. Ecaille ovulifère : Section transversale de la base de l'écusson (Gr. 24).

Fig. 212. — *Encephalartos Caffer*. Une étamine normale, face inférieure ($\frac{1}{2}$ gr. nat.).
rf région fertile ; *ec* écusson.

Fig. 213. — *Encephalartos Caffer*. Une étamine de la région supérieure du cône ($\frac{1}{2}$ gr. nat.).

Fig. 214. — *Encephalartos Caffer*. Étamine : détail de la surface (Gr. 120).
ep épiderme ; *ox* cristaux d'oxalate de chaux.

Fig. 215. — *Macrozamia spiralis*. Écaille ovulifère : section transversale de la région supérieure du pétiole (Gr. 40).

Fig. 217. — *Bowenia spectabilis*. Écaille ovulifère : section transversale de la région supérieure du pétiole (Gr. 40).

Fig. 218. — *Bowenia spectabilis*. Parcours des faisceaux d'une moitié de l'écaille ovulifère.

PLANCHE XIV

Fig. 216. — *Macrozamia spiralis*. Écaille ovulifère : l'un des faisceaux marginaux de l'arc pétiolaire (Gr. 140).

Fig. 219. — *Bowenia spectabilis*. Traces des écailles ovulifères : relations des deux systèmes fasciculaires après leur rentrée dans l'axe floral (A à F).

Fig. 220. — *Bowenia spectabilis* Parcours des faisceaux dans la région supérieure du pédoncule de l'axe floral femelle.

Fig. 221. — *Bowenia spectabilis*. Le faisceau rentrant d'une trace stérile de la région inférieure de l'axe (Gr. 120).

Fig. 222. — *Bowenia spectabilis*. Parcours des faisceaux de la région terminale de l'axe floral femelle.

Fig. 223. — Section transversale de la base du pédoncule floral femelle. (Gr. 20).

Fig. 224. — *Bowenia spectabilis*. Parcours des faisceaux dans la région moyenne de l'axe floral femelle.

Fig. 225. — *Bowenia spectabilis*. Un faisceau caulinaire du pédoncule floral. (Gr. 100).

Fig. 226. — *Bowenia spectabilis*. Fraction d'un autre faisceau caulinaire du même (Gr. 100).

Fig. 227. — *Dioon edule*. Germination âgée de trois mois, un peu réduite.

Fig. 228. — *Dioon edule*. Un faisceau cotylédonaire relevé au niveau de la figure 231 (Gr. 120).

Fig. 229. — *Dioon edule*. Section transversale pratiquée un peu au-dessus du sommet végétatif; les bases cotylédonaires forment une gaîne circulaire complète (Gr. 50).

Fig. 230 — *Dioon edule*. Section transversale pratiquée au-dessous du sommet végétatif (Gr. 50).

Fig. 231. — *Dioon edule*. Section transversale pratiquée à peu de distance du raccord de la tige avec la racine (Gr. 50).

Fig. 233. — *Dioon edule*. Raccord des systèmes vasculaires de la tige et de la racine.

PLANCHE XV

Fig. 232. — *Dioon edule*. Deux faisceaux de la plus jeune trace foliaire; pas de bois centrifuge, accroissement intercalaire considérable.

Fig. 234 et 235. — *Dioon edule*. Région de raccord de la tige avec la racine (Gr. 80).

f.cot, faisceaux cotylédonaires rentrants ; Δ pôle trachéen radical.

Fig. 236. — *Dioon edule*. Section transversale schématisée de la région moyenne de la racine.

Fig. 237 et 238. — *Dioon edule.* Raccord des systèmes vasculaires de la tige et de la racine d'une germination plus âgée (en projections horizontale et verticale).

Fig. 239. — *Dioon edule.* — Section transversale schématisée de la racine de la même germination.

Fig. 240. — *Dioon edule.* Une lame libéro-ligneuse de la couronne radicale.

Fig. 241, 242, 244, 245, 246 et 247. — *Cycas siamensis.* Aspects divers en section transversale de l'appareil libéro-ligneux de la tige d'une germination âgée de trois ans environ. Formation d'anneaux ou stèles en dehors de la couronne libéro-ligneuse normale (Gr. 40).

Fig. 243. — *Cycas siamensis.* Plissement de la zône cambiale normale *zc* sur les bords d'une brèche foliaire. (Voir fig. 242) (Gr. 80).

Fig. 246. — *Cycas siamensis.* Détail d'une partie de la couronne libéro-ligneuse et de l'anneau externe (Voir fig. 245) (Gr. 80).

Fig. 248. — *Cycas siamensis.* Région du raccord de la tige avec la racine.

PLANCHE XVI

Fig. 249. — *Cycas siamensis.* Section transversale pratiquée immédiatement au-dessous du raccord de la tige avec la racine.

Fig. 250 et 251. — *Cycas siamensis.* Raccord des systèmes fasciculaires de la tige et de la racine

Fig. 252 à 256. — *Cycas siamensis.* Sections transversales pratiquées à des niveaux successivement plus inférieurs de la racine.

Fig. 257. — *Encephalartos Barteri.* Germination âgée d'environ six mois.
pet. cot., pétiole cotylédonaire ; *r. adv.*, racine adventive.

Fig. 258. — *Encephalartos Barteri.* Un faisceau cotylédonaire à peu de distance de sa terminaison ; indice de dichotomie (Gr. 120).

Fig. 259 à 262. — *Encephalartos Barteri.* Sections transversales pratiquées à des niveaux successivement plus inférieurs de l'axe végétatif (Gr. 30).

Fig. 263. — *Encephalartos Barteri.* Section transversale pratiquée au-dessous du raccord de la tige et de la racine.

Fig. 264. — *Encephalartos Barteri.* Section transversale de la région moyenne de la racine.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 3

PREMIÈRE PARTIE. — La Feuille

HISTORIQUE 9

CHAPITRE I. — *Genre* Cycas

§ 1. — La foliole 12
§ 2. — Rachis 12
1er Type. — *C. revoluta* 12
2me Type. — *C. circinalis* 16
§ 3. — Résumé du g. *Cycas* 20

CHAPITRE II. — *Genre* Dioon

§ 1. — La foliole 22
§ 2. — Rachis 23
Type *D. edule* 23
§ 3. — Résumé du g. *Dioon* 27

CHAPITRE III. *Genre* Ceratozamia

§ 1. — La foliole 28
§ 2. — Rachis 29
Type *C. mexicana* 29
§ 3. — Résumé du g. *Ceratozamia*. 34

CHAPITRE IV. — *Genre* Macrozamia

§ 1. — La foliole 36
§ 2. — Rachis 36
1er Type. — *M. Peroffskyana* . . . 36
2me Type. — *M. spiralis* 38
§ 3. — Résumé du g. *Macrozamia*. 41

CHAPITRE V. — *Genre* Zamia

§ 1. — La foliole 43
§ 2. — Rachis 43
1er Type. — *Z. Skinneri* 43
2me Type. — *Z. integrifolia* 46
3me Type. — *Z. muricata* 49
§ 3. — Résumé du g. *Zamia* 52

CHAPITRE VI. — *Genre* Microcycas

Type unique. — *M. Calocoma* 55

CHAPITRE VII. — *Genre* Encephalartos

§ 1. — La foliole 56
§ 2. — Rachis 57
1er Type. — *E. horridus* 57
2me Type. — *E. cycadifolius* 63
§ 3. — Résumé du g. *Encephalartos*. 67

CHAPITRE VIII. — *Genre* Stangeria

Type *St. paradoxa* 71
§ 1. — Description de la feuille . . . 71
§ 2. — La foliole 72
§ 3. — Rachis 72
§ 4. — Résumé du g. *Stangeria* . . 76

CHAPITRE IX. — *Genre* BOWENIA

Espèce unique. — *B. spectabilis*... 77
§ 1. — Description de la feuille... 77
§ 2. — Rachis secondaires ou pétiolules 78
§ 3. — Rachis principal..... 80
§ 4. — Résumé du g. *Bowenia*.... 83

CHAPITRE X. — CANAUX GOMMIFÈRES

Développement..... 86

CHAPITRE XI. — CONCLUSIONS SPÉCIALES A LA FEUILLE

§ 1. — Résumé des faits..... 88
§ 2. — Discussion..... 92

DEUXIÈME PARTIE. — LA FLEUR

HISTORIQUE. 99

CHAPITRE I. — *Genre* CYCAS

Ecaille ovulifère..... 103
§ 1. — *Cycas neo-caledonica* 103
§ 2. — *Cycas circinalis*..... 107
§ 3. — *Cycas revoluta*..... 109
§ 4. — *Cycas inermis*..... 110

CHAPITRE II. — *Genre* DIOON

§ 1. — *Dioon edule*..... 111
I. — Écaille ovulifère..... 112
II. — Axe floral..... 113

CHAPITRE III. — *Genre* CERATOZAMIA

§ 1. — *Ceratozamia mexicana*... 117
I. — Écaille ovulifère..... 117
II. — Axe floral..... 122
§ 2. — *Ceratozamia purpurea*.... 125
I. — Écaille ovulifère..... 126
II. — Axe floral..... 126

CHAPITRE IV. — *Genre* ZAMIA

§ 1. — *Zamia Wallisii*..... 128
I. — Écaille ovulifère..... 128
II. — Axe floral..... 130

CHAPITRE V. — *Genre* MICROCYCAS

ESPÈCE UNIQUE: *Microcycas colocoma* 132
I. — Écaille ovulifère..... 132
II. — Étamine..... 133

CHAPITRE VI. — *Genre* ENCEPHALARTOS

§ 1. — *Encephalartos villosus*..... 135
I. — Écaille ovulifère..... 136
II. — Axe floral..... 139
§ 2. — *Encephalartos Barteri*..... 143
I. — Écaille ovulifère..... 143
II. — Organe mâle..... 143
§ 3. — *Encephalartos caffer*..... 146
I. — Ecaille ovulifère..... 146
II. — Organe mâle..... 147

CHAPITRE VII. — *Genre* MACROZAMIA

§ 1. — *Macrozamia spiralis*..... 149
I. — Écaille ovulifère..... 149

CHAPITRE VIII. — *Genre* BOWENIA

ESPÈCE UNIQUE: *Bowenia spectabilis* 151
I. — Écaille ovulifère..... 151
II. — Axe floral..... 153

CHAPITRE IX. — *Genre* STANGERIA

Stangeria schizodon..... 156
Organe mâle..... 156

CHAPITRE X. — CONCLUSIONS SPÉCIALES A LA FLEUR

§ 1. — Résumé des faits..... 157
§ 2. — Discussion..... 162

TROISIÈME PARTIE. — Germinations

HISTORIQUE 171

CHAPITRE I

1er Type. — *Dioon edule* 176
Germination a 176
Germination b 181
Résumé 183

CHAPITRE II

2me Type. — *Cycas siamensis* 185
Résumé 190

CHAPITRE III

3me Type. — *Encephalartos Barteri.* 192
Résumé 195

CHAPITRE IV

Discussion relative aux germinations 197

CONCLUSIONS GÉNÉRALES 203
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE 213
EXPLICATION DES PLANCHES 219

Caen — Imprimerie-Papeterie E. LANIER, 1 et 3, rue Guillaume-le-Conquérant — 7065

SECONDE THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Zoologie. — Les Pelmatozoaires.

Géologie. — Silurien du Massif Breton.

VU ET APPROUVÉ :

Caen, le 8 juin 1904

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

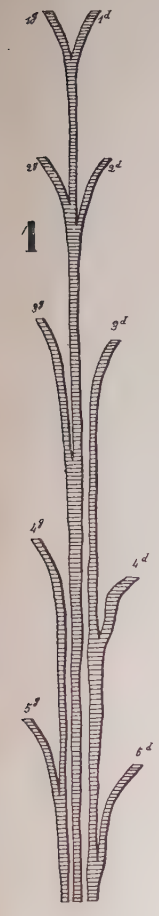
O. LIGNIER.

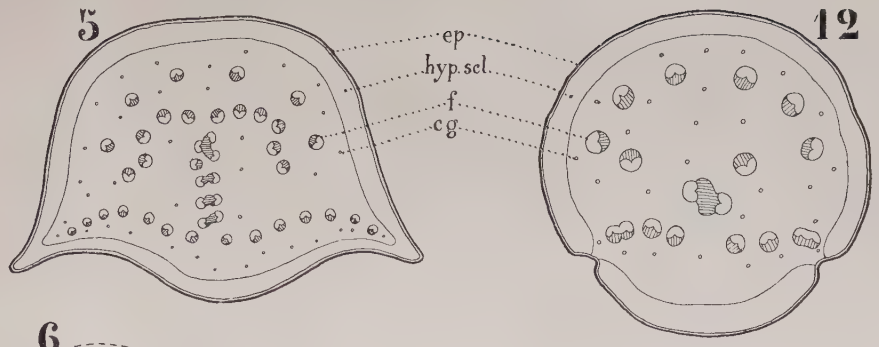
PERMIS D'IMPRIMER :

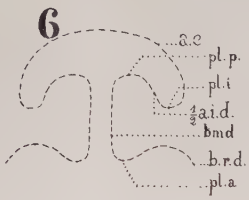
Caen, le 8 juin 1904

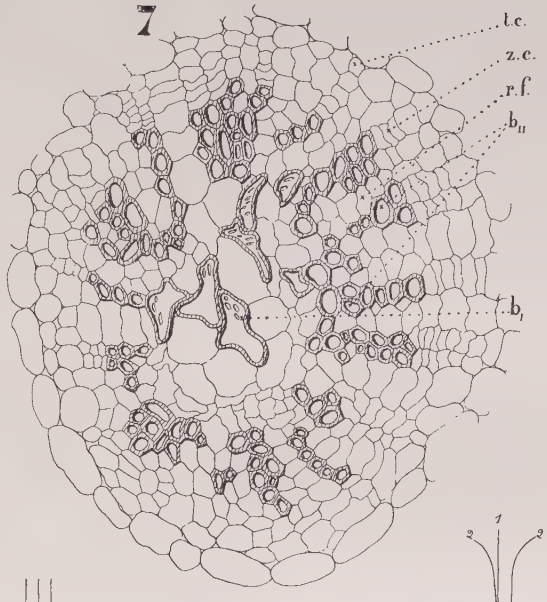
Le Recteur de l'Académie de Caen,

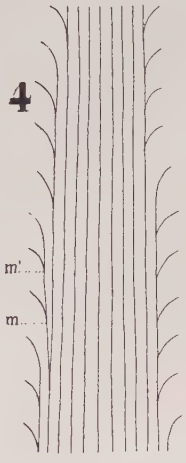
E. ZEVORT.

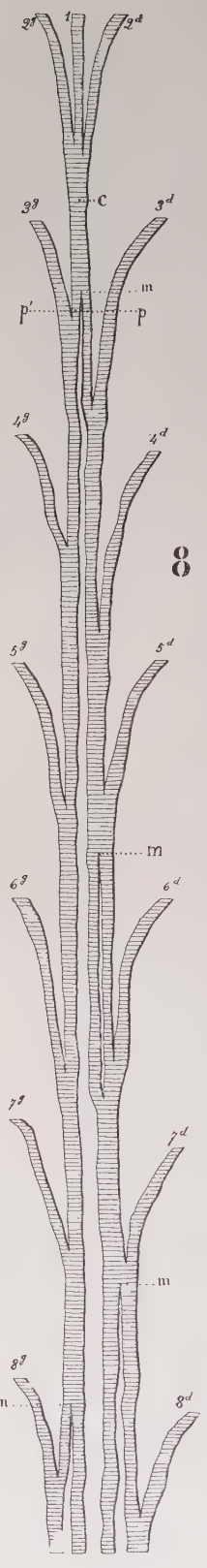

1
1g
1d
2g
2d
3g
3d
4g
4d
5g
6d

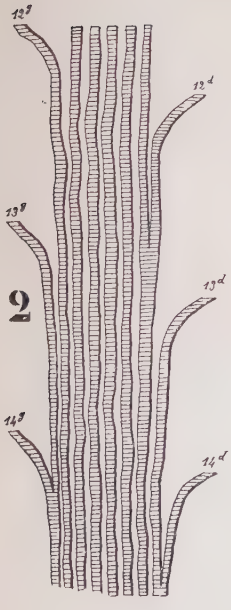

5
12
ep
hyp.scl.
f
c.g.

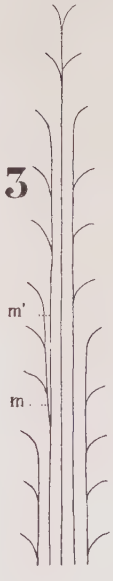

6
a.c
pl.p.
pl.i
½a.i.d.
bmd
b.r.d.
pl.a

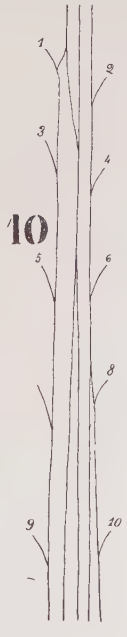

7
t.c.
z.c.
r.f.
b_II
b_I

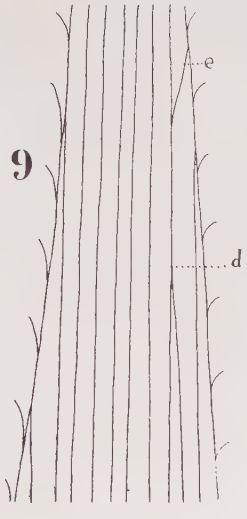

4
m'
m

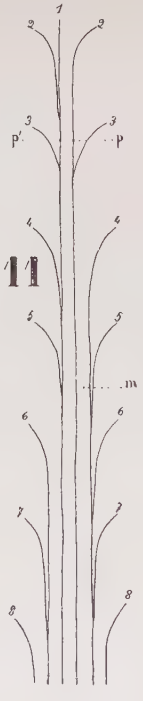

1g
1d
2g
2d
c
3g
3d
m
p'
p
4g
4d
8
5g
5d
m
6g
6d
7g
7d
m
m
8g
8d


12g
12d
2
13g
13d
14g
14d


3
m'
m

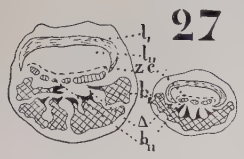

10
1
12
3
4
5
6
8
9
10


9
e
d


11
1
2
3
p'
p
4
5
m
6
7
8

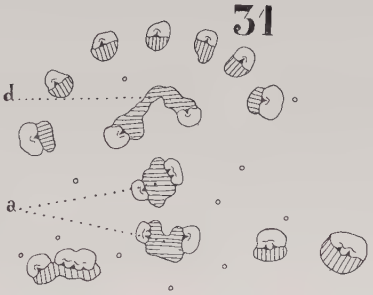
H. MATTE, del.

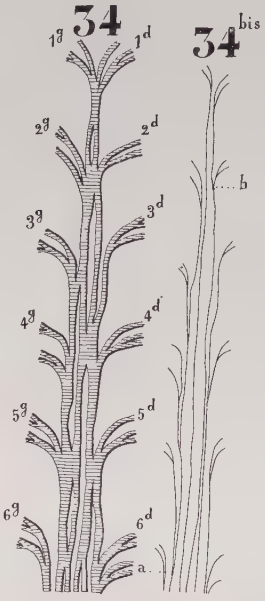
H. Matte, del.


27
l
l'
z
c
b
Δ
h

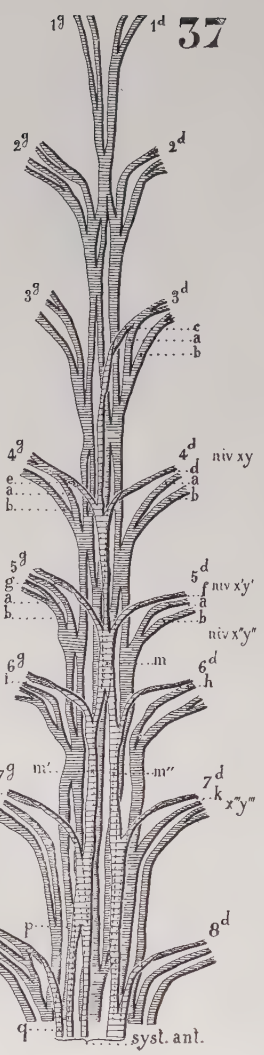
29
c
30

28
b
a


31
d
a


34
1g
1d
2g
2d
3g
3d
4g
4d
5g
5d
6g
6d
a

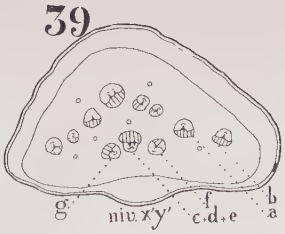
34bis
b

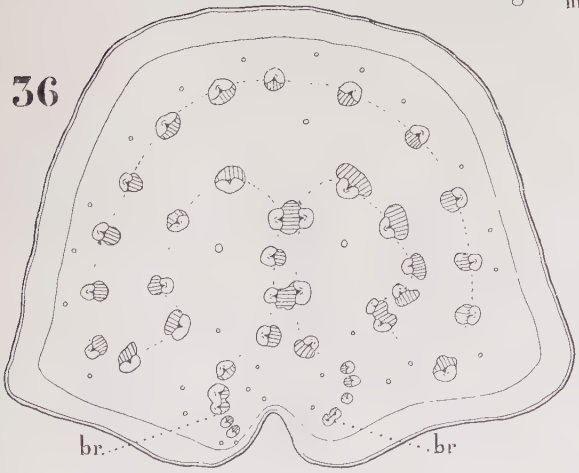

37
1g
1d
2g
2d
3g
3d
c
a
b
4g
4d
niv xy
5g
5d
niv x'y'
niv x"y"
6g
6d
m
7g
m'
m"
7d
k
x"y"
8g
p
8d
q
syst. ant.

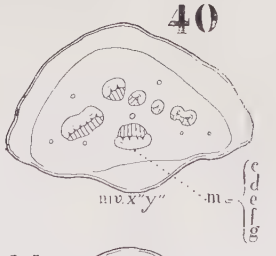
33
br.

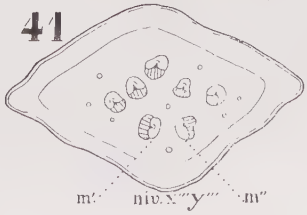
32
bm.

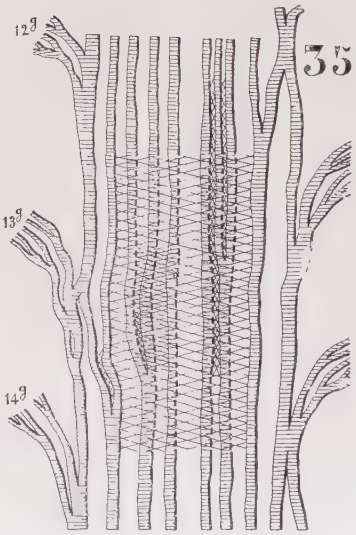
38
c
niv xy


39
g
niv x'y'
f
c,d,e
b
a

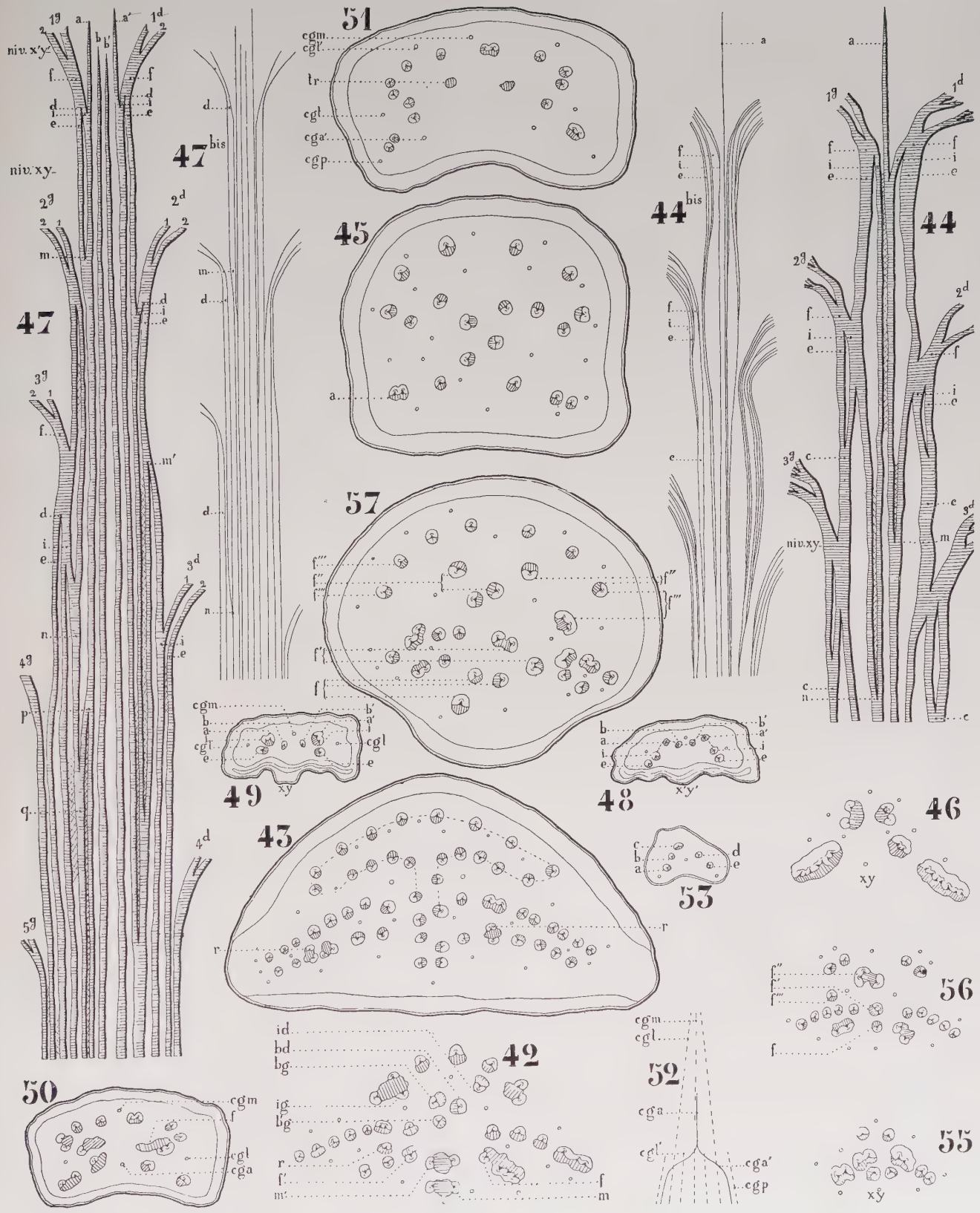

36
br.
br.


40
niv x"y"
m
c
d
e
f
g

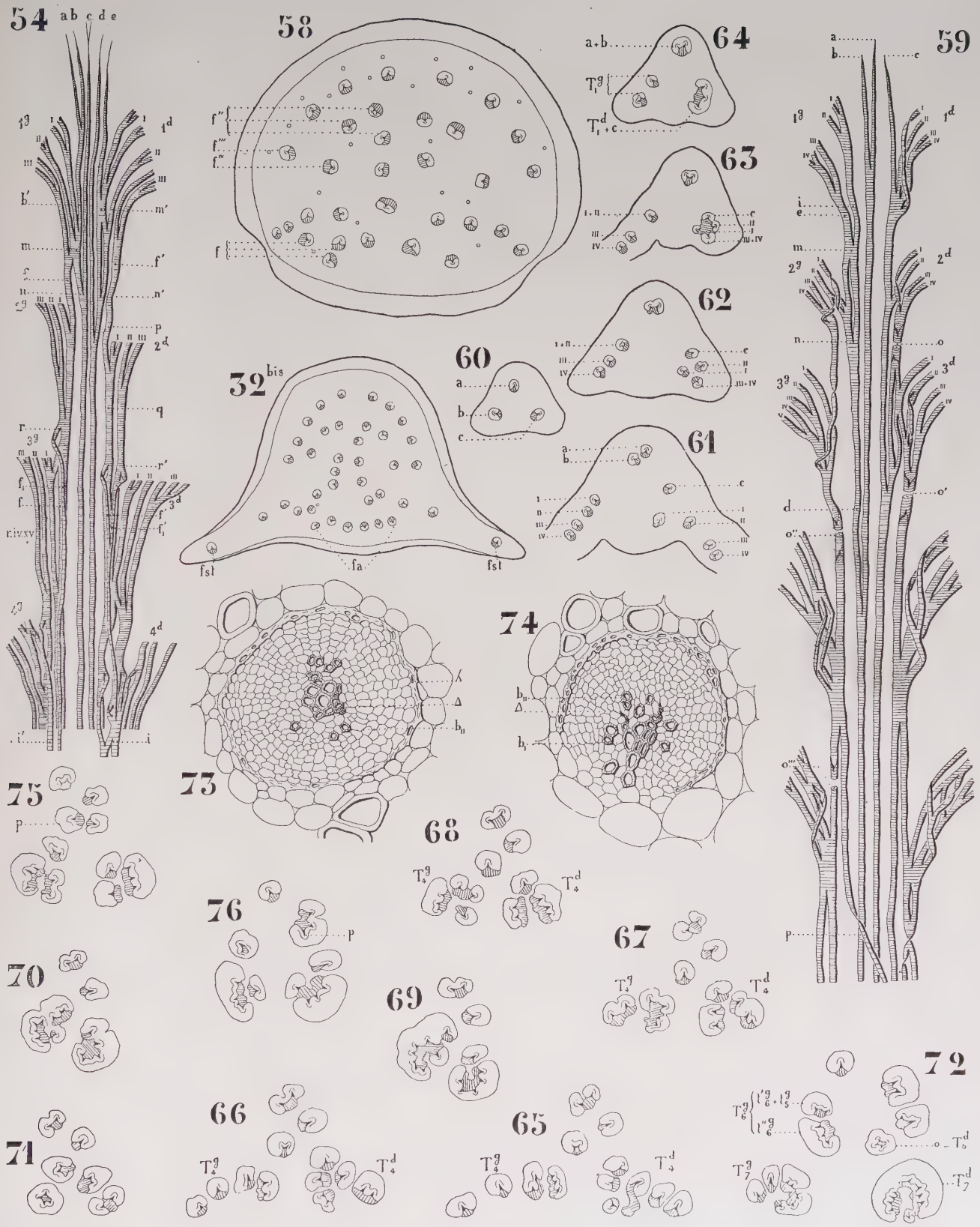

41
m'
niv x"'y"'
m"


35
12g
13g
14g

H. MATTE, del.

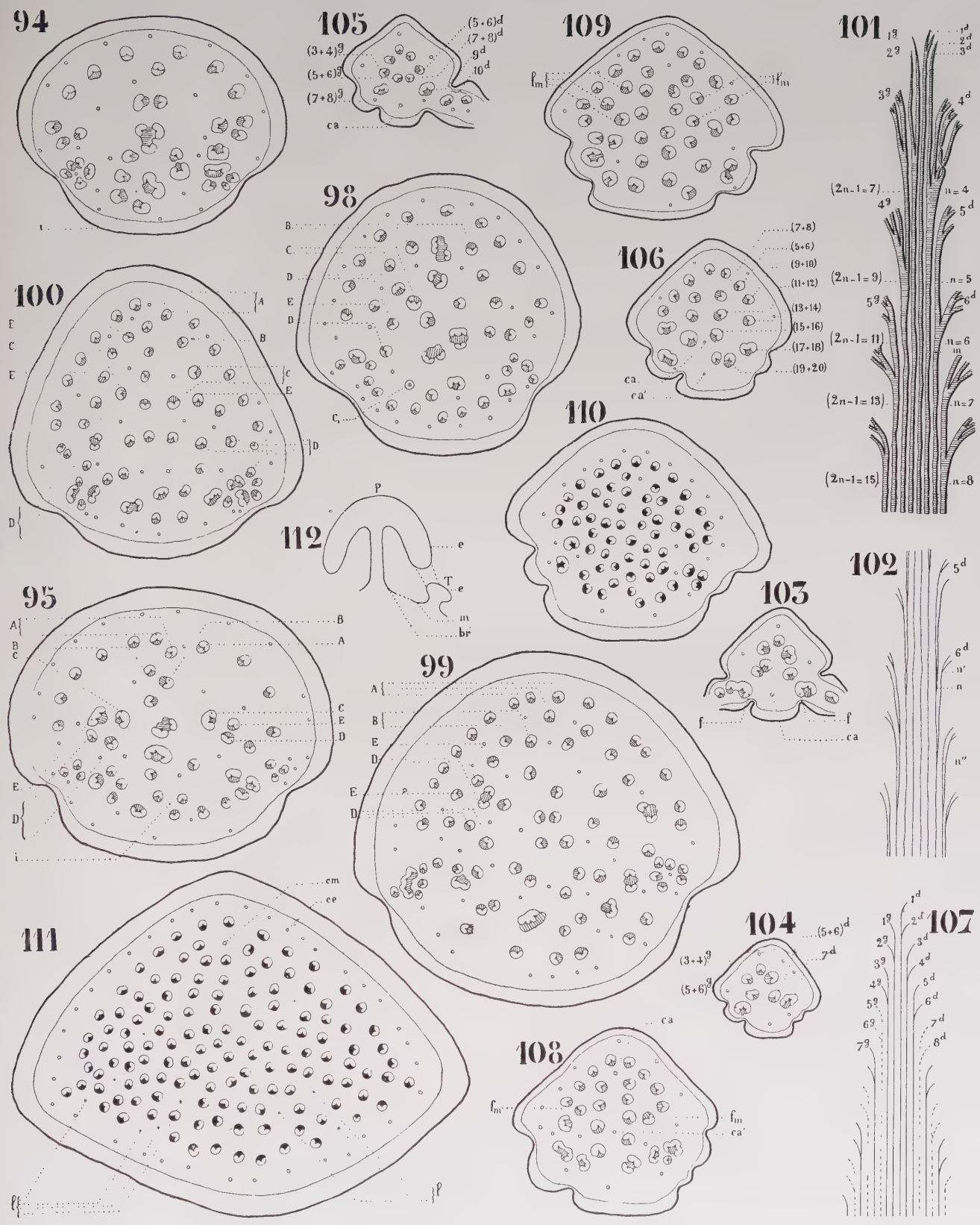


H. MATTE, del.

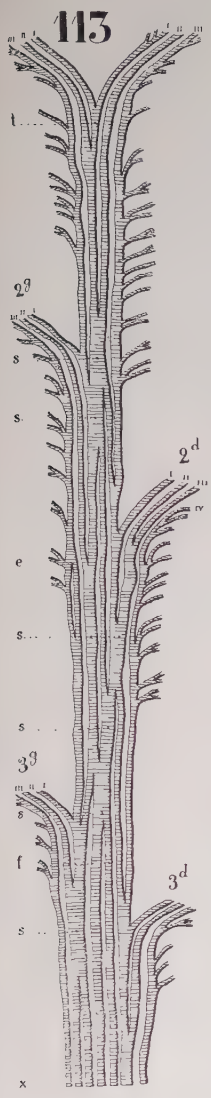


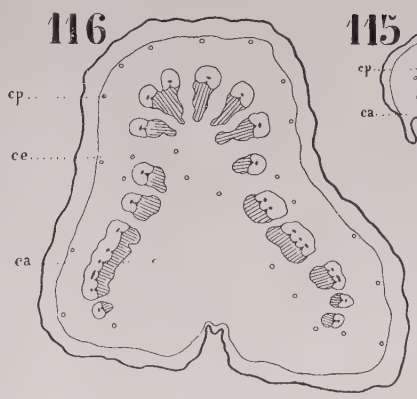
H. MATTE, del.

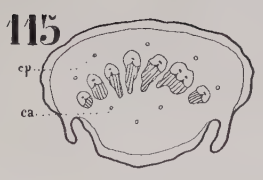
H. MATTE, del.

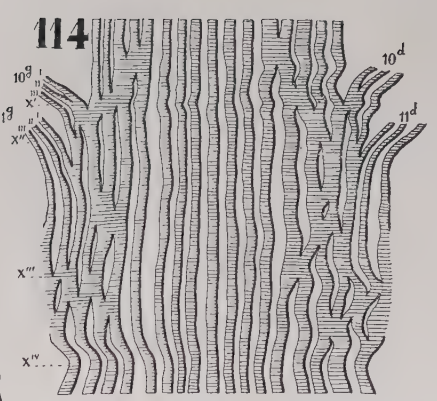

94
105
(5+6)d
(7+8)d
9d
10d
(3+4)g
(5+6)g
(7+8)g
ca
109
fm
f'm
101
1g
1d
2d
2g
3d
3g
4d
(2n-1=7)
n=4
4g
5d
(2n-1=9)
n=5
5g
6d
(2n-1=11)
n=6
m
(2n-1=13)
n=7
(2n-1=15)
n=8
98
B
C
D
E
D
C
106
(7+8)
(5+6)
(9+10)
(11+12)
(13+14)
(15+16)
(17+18)
(19+20)
ca
ca'
100
A
B
C
E
D
110
112
P
e
T
e
m
br
95
A
B
C
B
A
C
E
D
E
D
i
99
A
B
E
D
E
D
102
5d
6d
n'
n
n''
103
f
f
ca
104
(5+6)d
7d
(3+4)g
(5+6)g
ca
107
1d
1g
2d
2g
3d
3g
4d
4g
5d
5g
6d
6g
7d
7g
8d
111
cm
ce
p
108
fm
fm
ca'

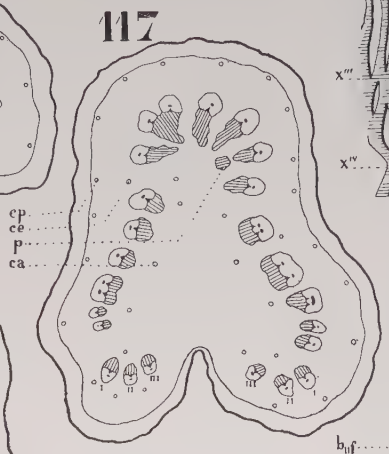
H. Matte, del.

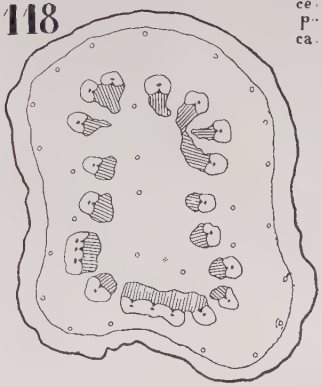

113
t
2g
s
s
2d
e
s
s
3g
s
f
3d
s
x

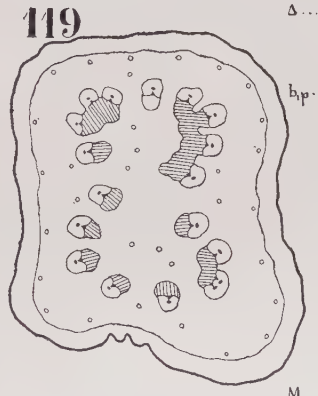

116
cp
ce
ca

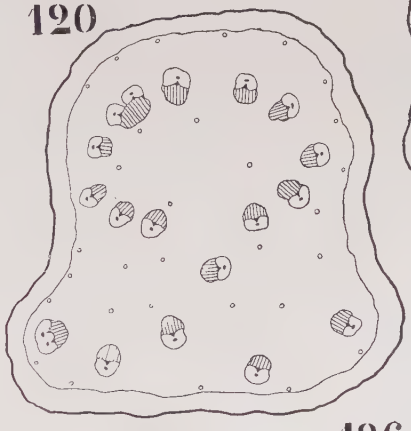

115
cp
ca

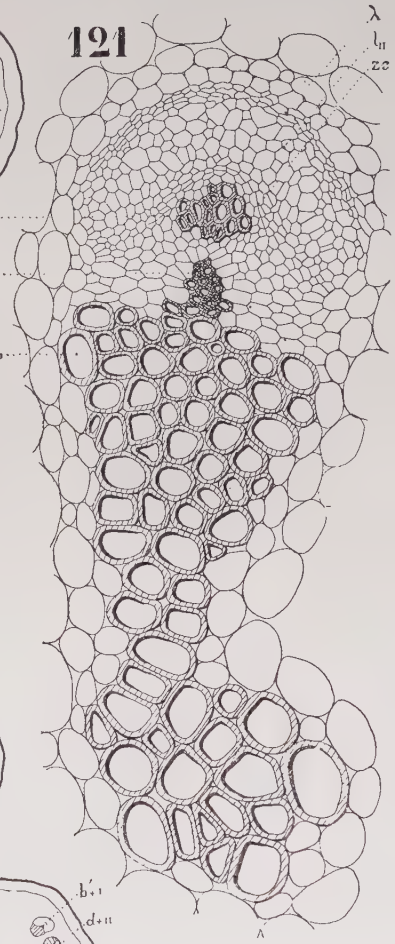

114
10g
10d
11g
11d
x'
x''
x'''
x''''

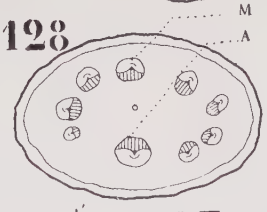

117
cp
ce
P
ca

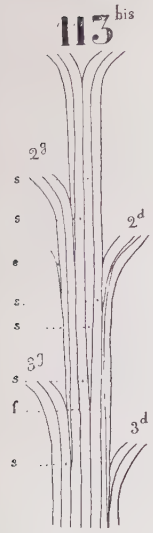

118


119


120


121
λ
lu
zc
bvf
Δ
bvp
A


128
M
A


113bis
2g
s
s
2d
e
s
s
3g
s
f
3d
s

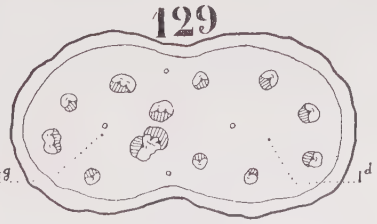
125
a'
u
m
i
c
b'+i
u
d
b
d

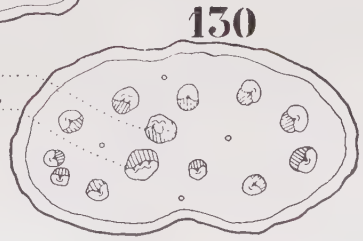
123
a'
c
i
u
2d

124
a'
c
b'+i
d
u

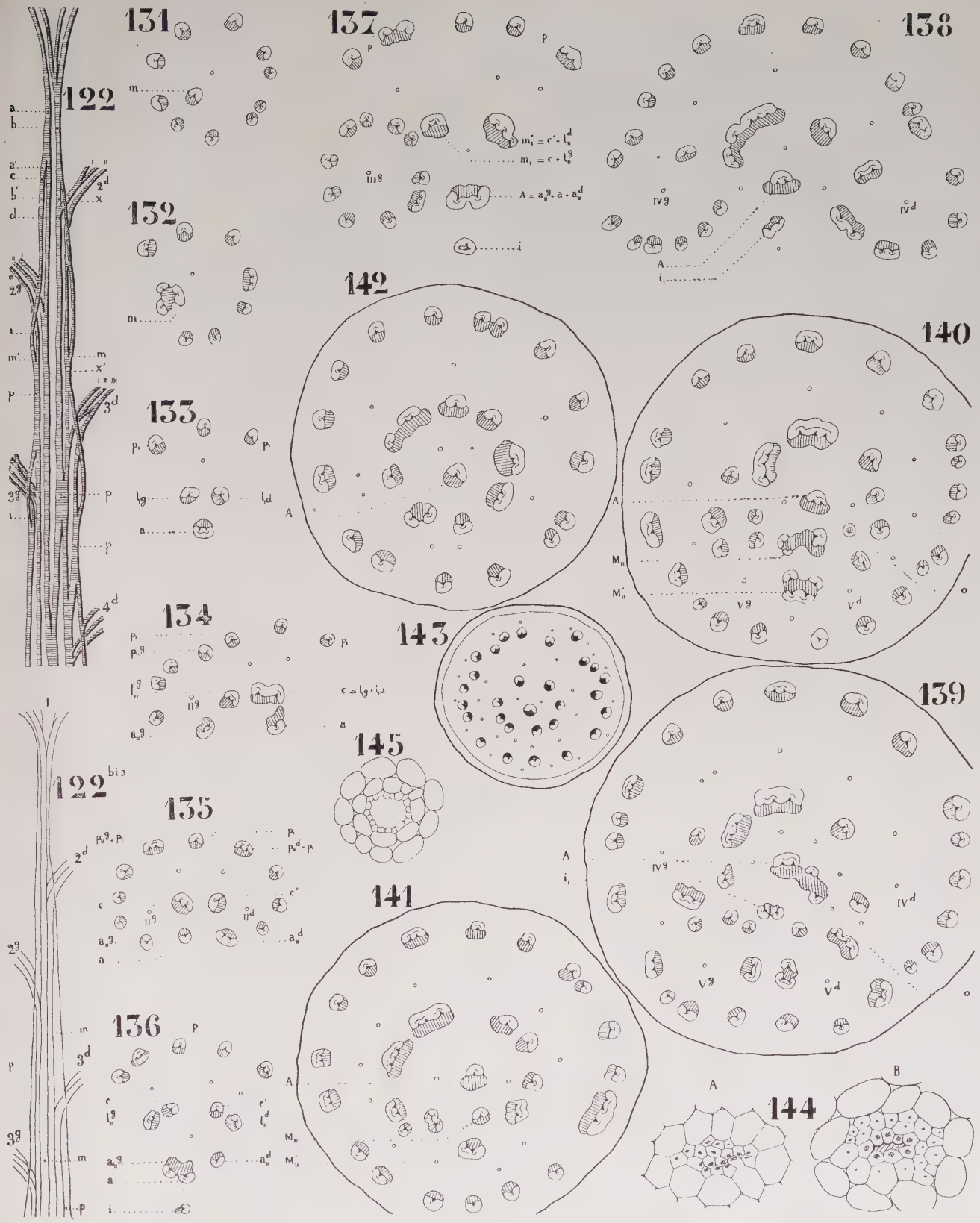
126
u+a'
m
i=i+c
b'+i
d+u

127
u+a'
i+m+c
b'+i
d+u

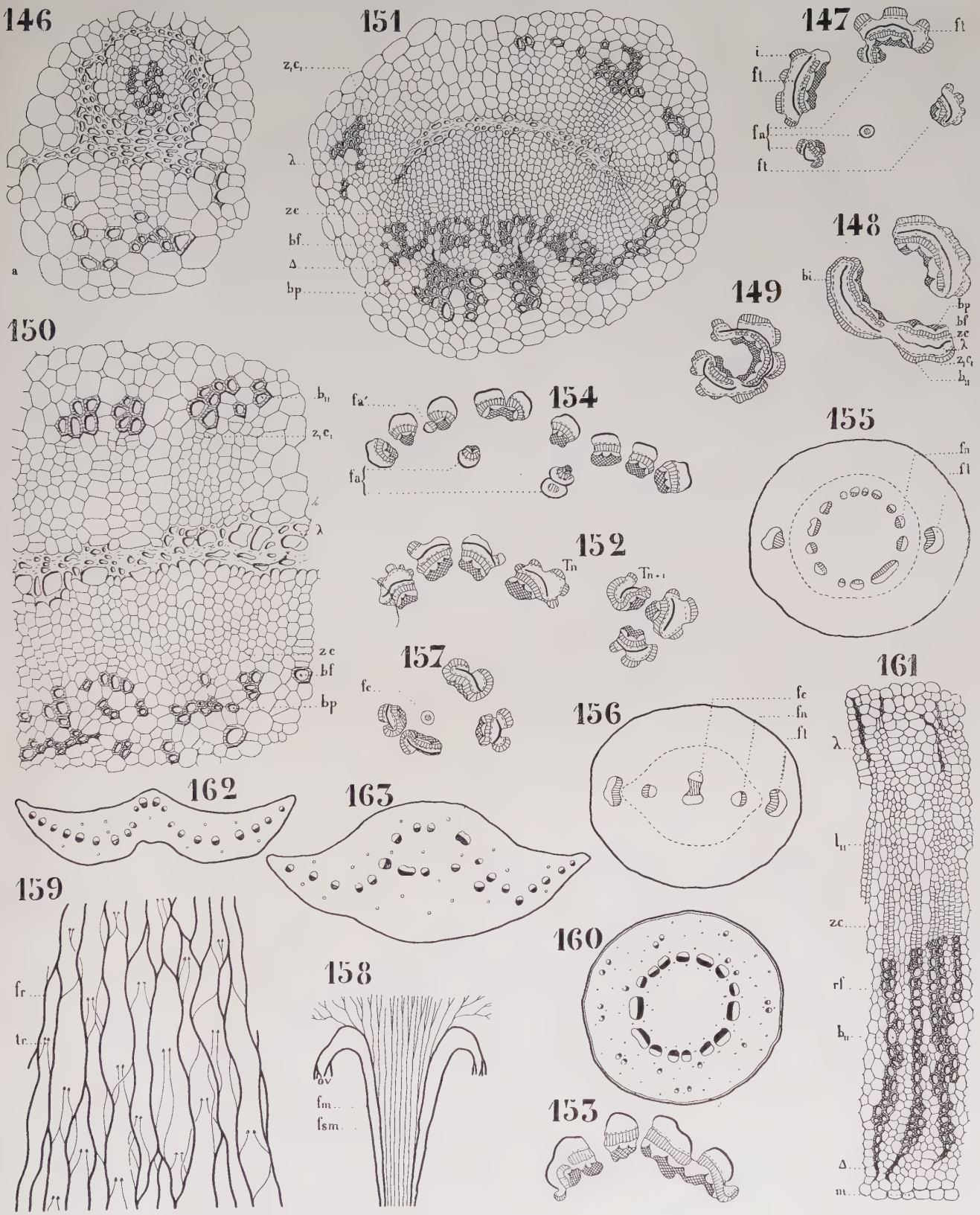

129
1g
1d


130
m
m'

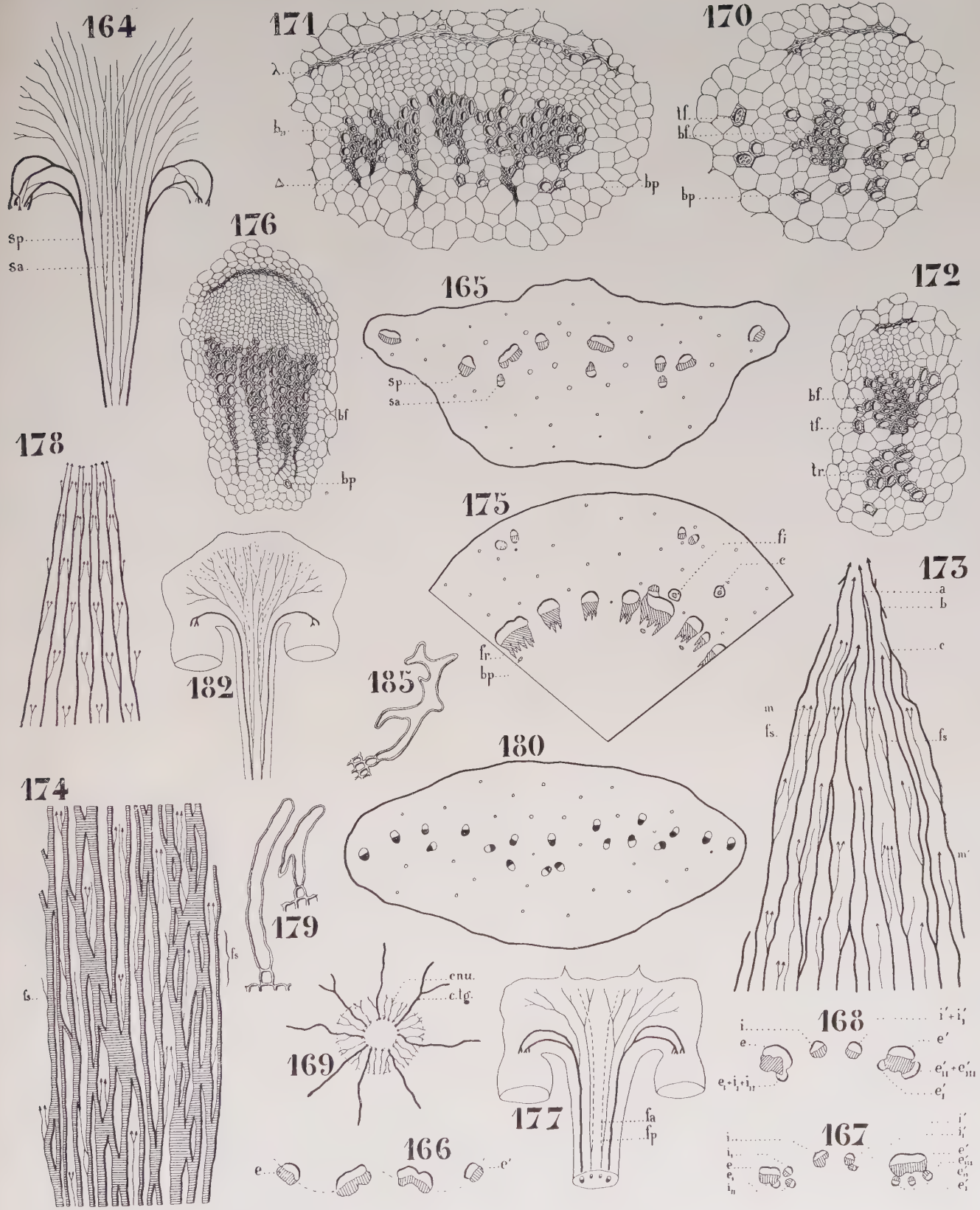
H. Matte, del


122
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
122 bis

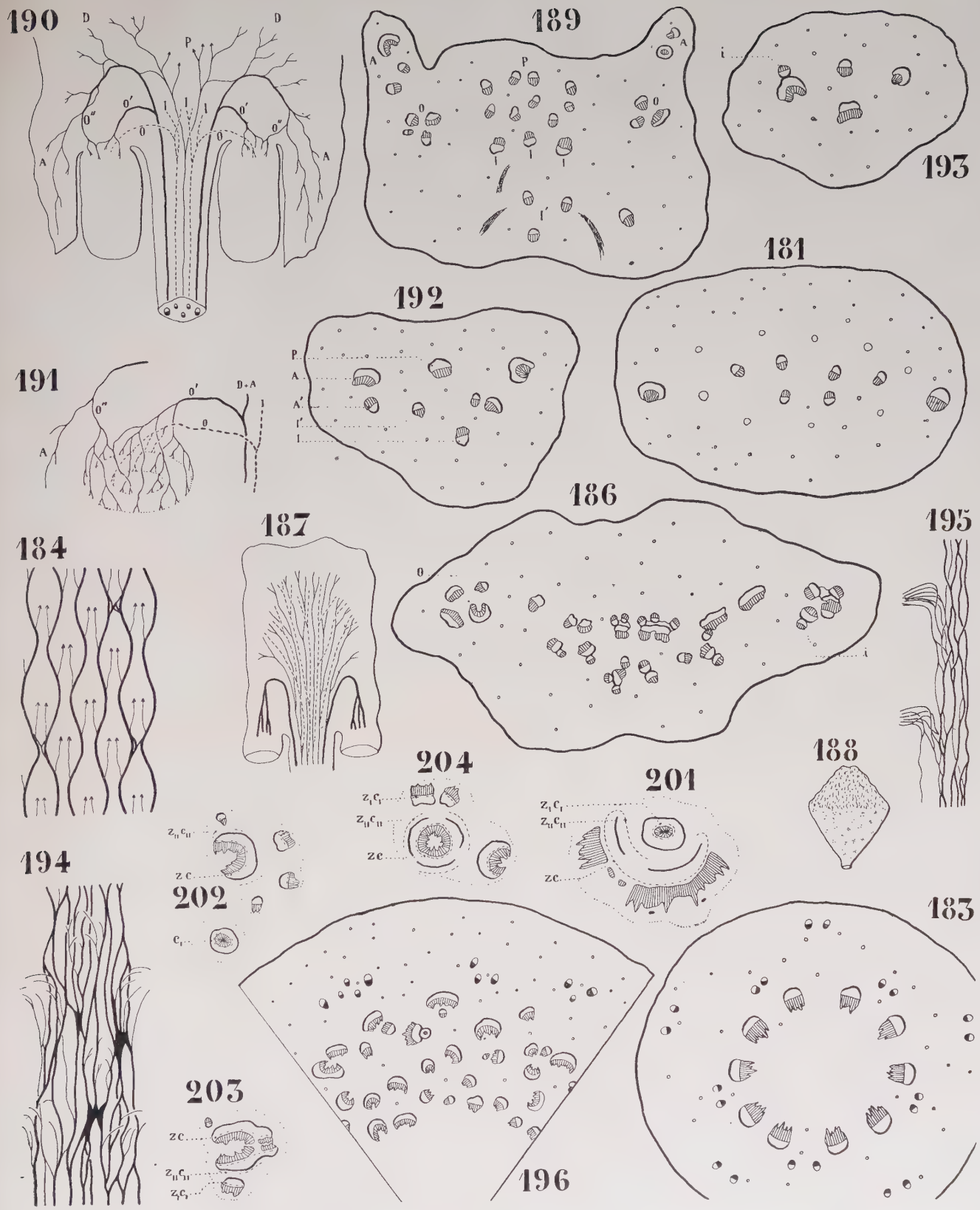
H. MATTE, del.


146
a
151
z_1c_1
λ
zc
bf
Δ
bp
147
ft
i
ft
f_n
ft
148
bi
bp
bf
zc
λ
z_1c_1
b_{II}
149
150
b_{II}
z_1c_1
4
λ
zc
bf
bp
154
f_a'
f_a
155
f_n
ft
152
T_n
T_{n+1}
157
fc
156
fc
f_n
ft
161
λ
l_{II}
zc
rf
b_{II}
Δ
m
162
163
159
fr
tr
158
ov
fm
fsm
160
153

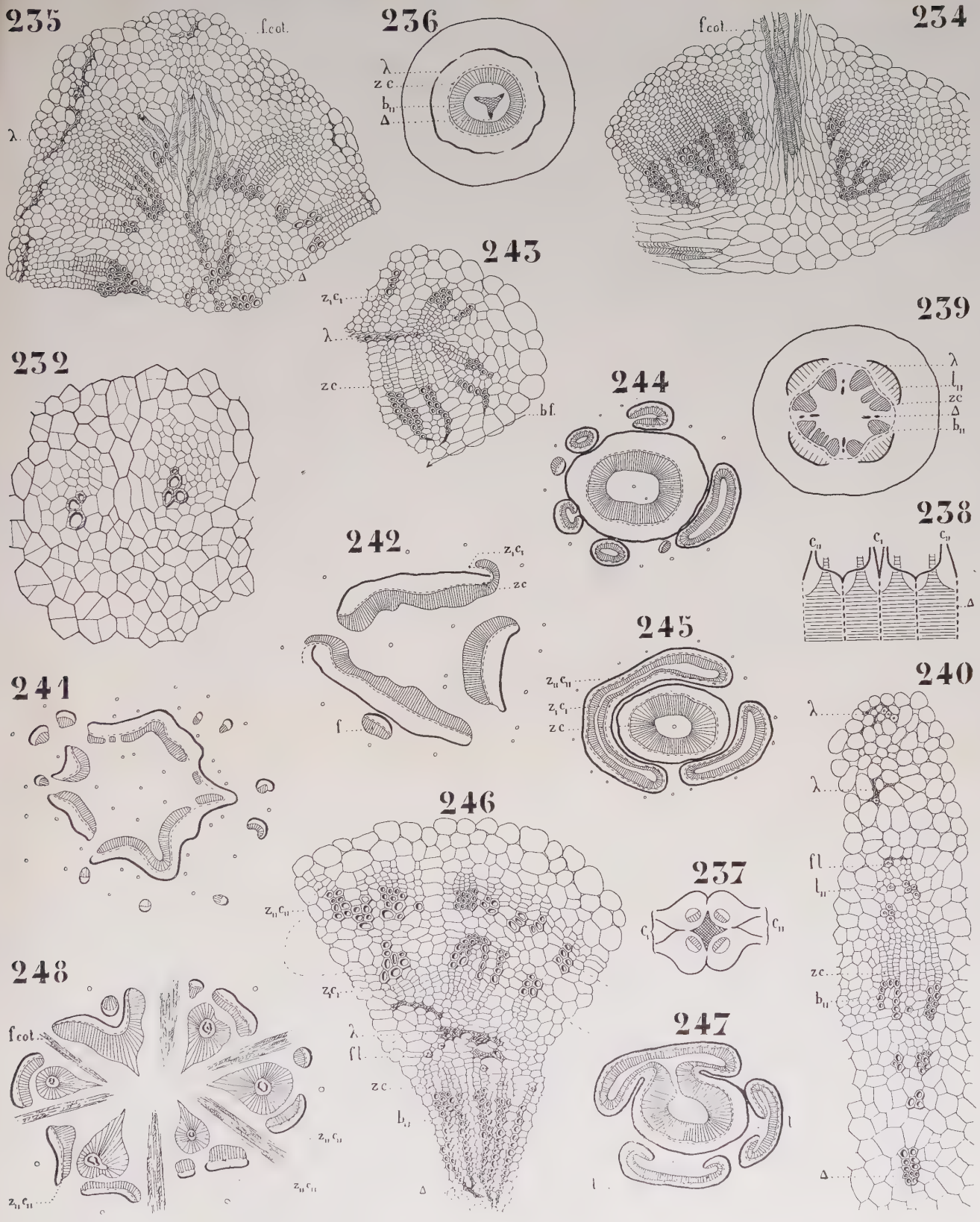
H. MATTE, del.


164
sp
sa
171
λ
b_p
Δ
bp
170
tf
bf
bp
176
bf
bp
165
sp
sa
172
bf
tf
tr
178
175
fi
c
fr
bp
182
185
180
173
a
b
c
m
fs
m'
174
fs
fs
179
169
enu.
c.tg.
177
fa
fp
168
i
e
$e_1+i_1+i_{II}$
i'+i'$_1$
e'
e'$_{II}$+e'$_{III}$
e'$_I$
166
e
e'
167
i
i_1
e
e_1
i_{II}
i'
i'$_1$
e'
e'$_{III}$
e''$_{II}$
e'$_1$

H. Matte. del.

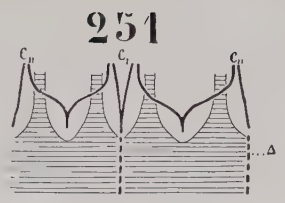

190
189
193
181
192
191
186
195
184
187
188
204
201
194
202
183
203
196

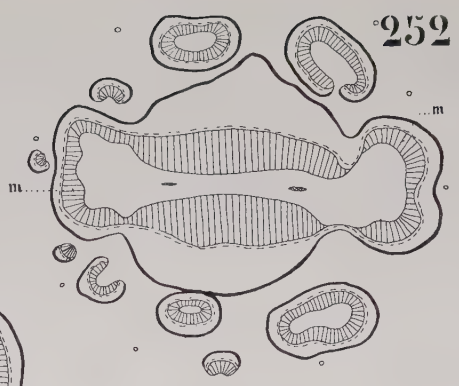
H. MATTE, del.

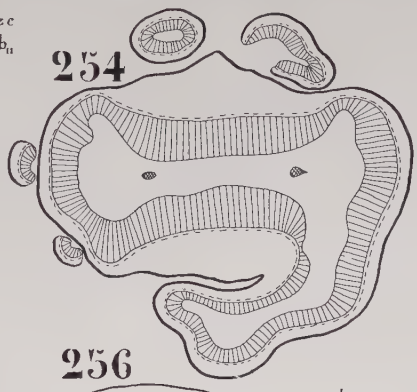

235
fcot.
λ
Δ
236
λ
z c
b_{II}
Δ
234
fcot.
243
$z_1 c_1$
λ
z c
bf.
239
λ
l_{II}
z c
Δ
b_{II}
232
244
238
c_{II}
c_1
c_{II}
Δ
242
$z_1 c_1$
z c
f
245
$z_{II} c_{II}$
$z_1 c_1$
z c
240
λ
λ
fl
l_{II}
z c
b_{II}
Δ
241
246
$z_{II} c_{II}$
$z_1 c_1$
λ
fl
z c
b_{II}
$z_{II} c_{II}$
$z_{II} c_{II}$
Δ
237
c_1
c_{II}
247
l
l
248
fcot.
$z_{II} c_{II}$

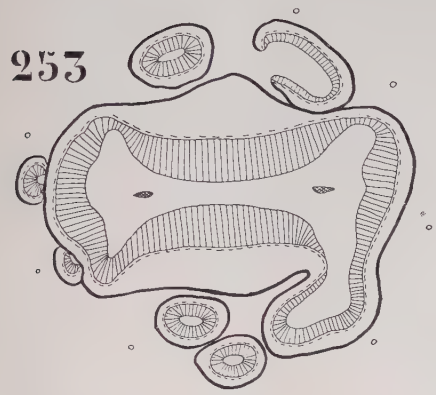
H. Matte, del.

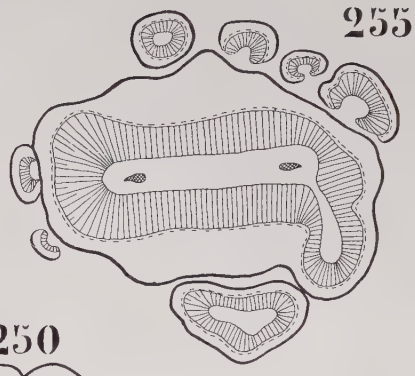
249
λ
l_{II}
Δ
m
m
z c
b_{II}

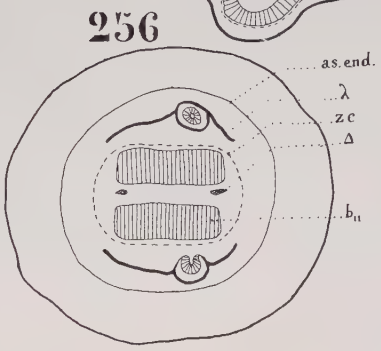

251
c_{II}
c_I
c_{II}
Δ

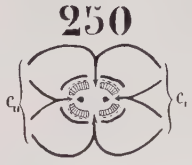

252
m
m

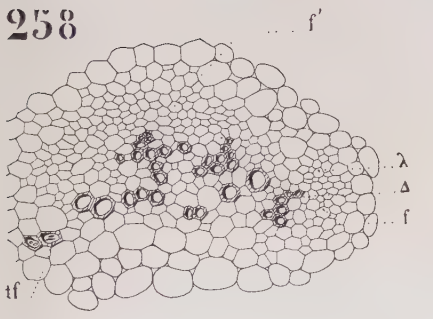

254

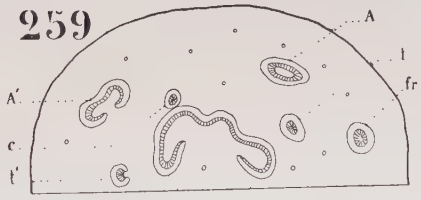

253


255

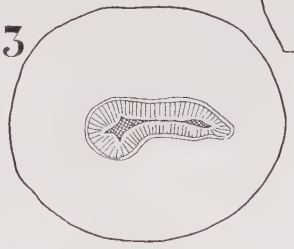

256
as. end.
λ
z c
Δ
b_{II}


250
c_{II}
c_I


258
f'
λ
Δ
f
tf

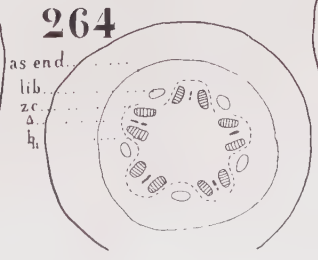

259
A
l
fr
A'
c
t'

260
A'
A
t'
t
fr
c_I


263

257
pet col
r. adv.

261
E
E'
f''
f
c_{III}
f'
f'''
c_{II}

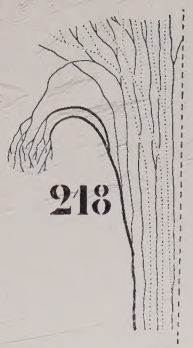

264
as end.
lib.
z c
Δ
h_I

262
c'

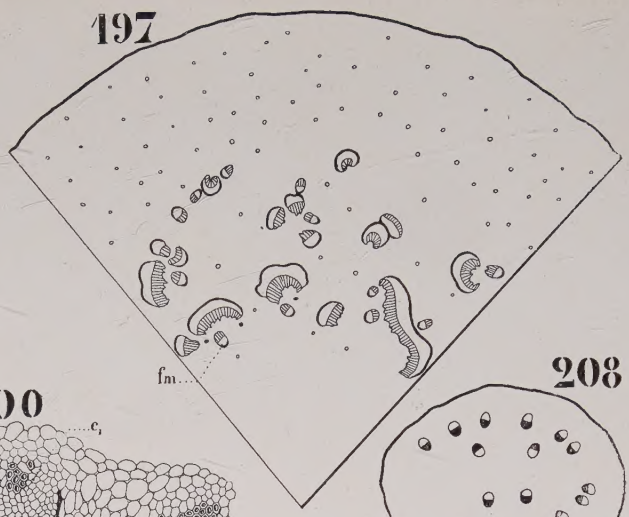
H. MATTE, del.

205

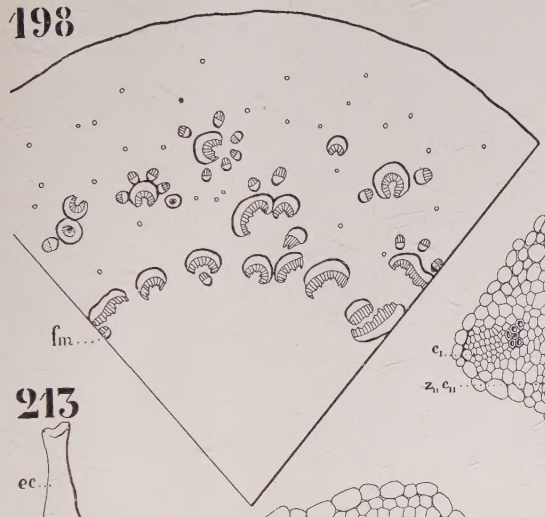
206



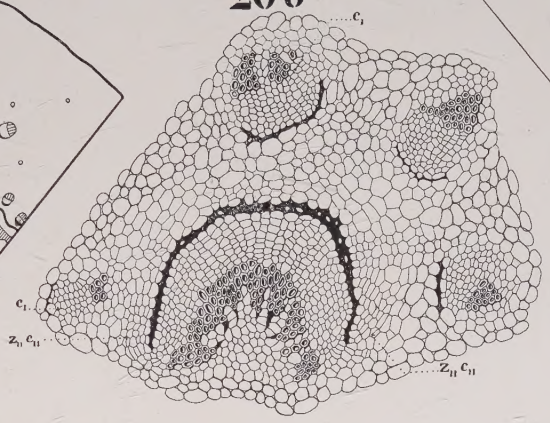
218



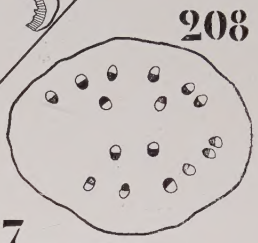
197



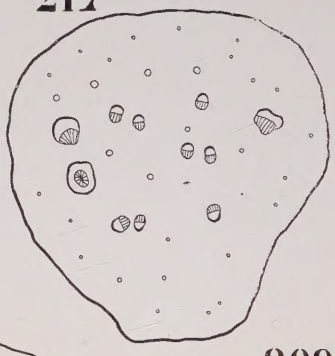
198



200

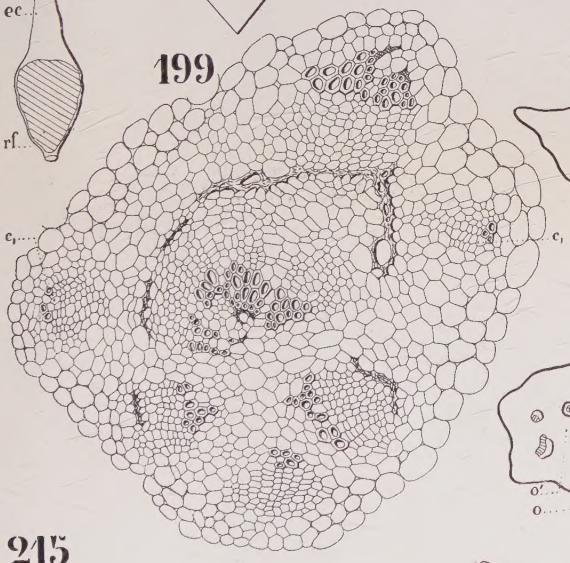


208



217

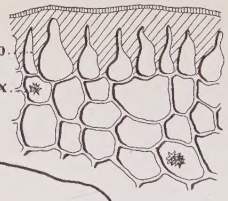
213



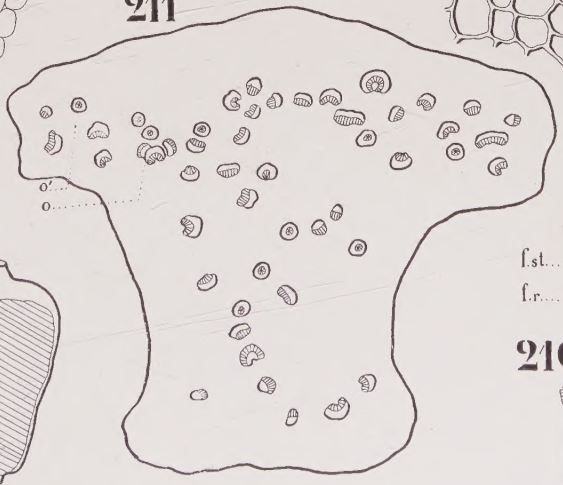
199

207

209



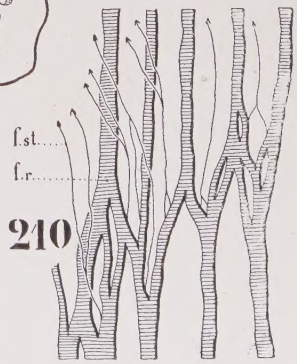
214



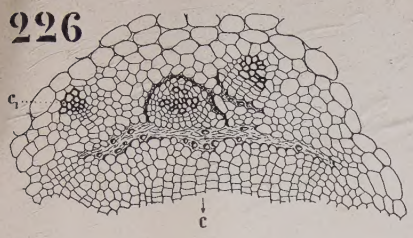
211

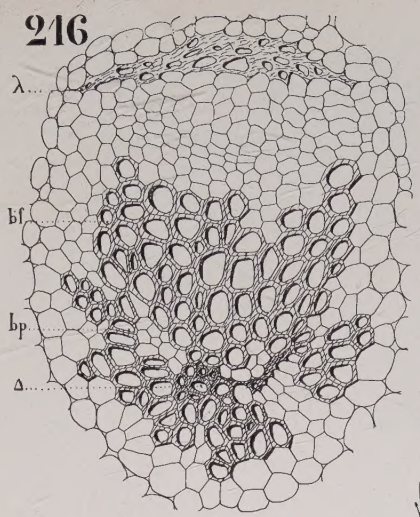
215

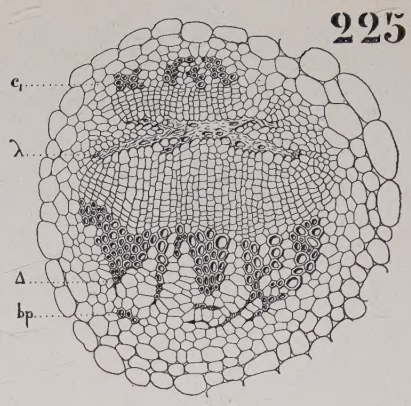
212

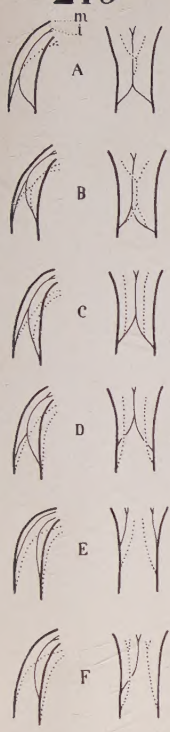


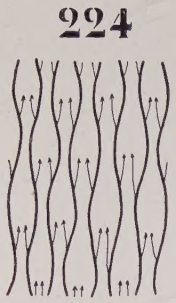
210


226
c_I
c

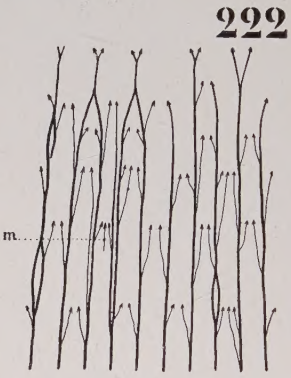

216
λ
bf
bp
Δ


225
c_I
λ
Δ
bp

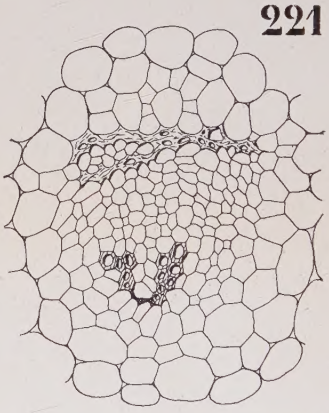

219
m
I
A
B
C
D
E
F

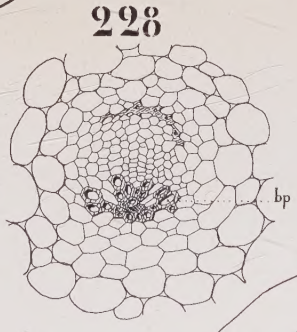

224

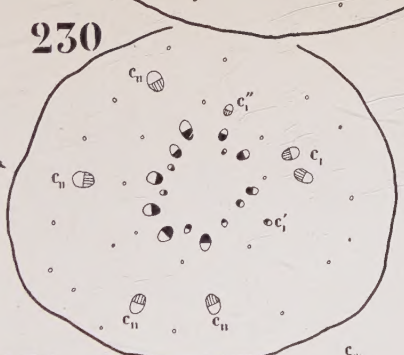
220

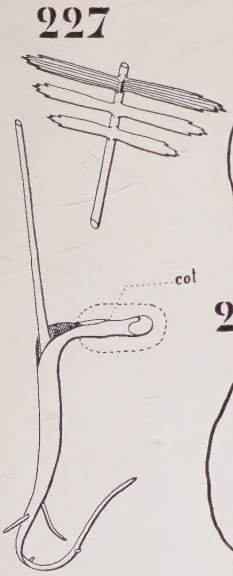

222
m

223
c_I
bp

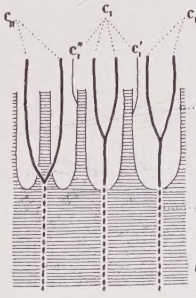

221

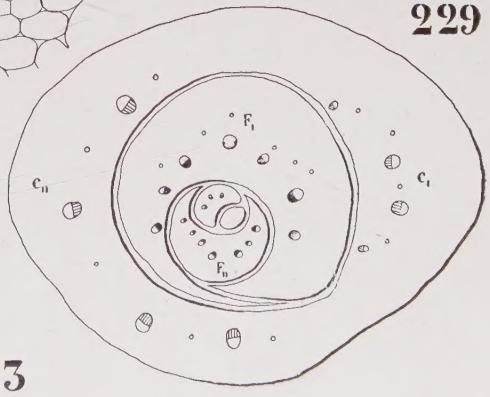

228
bp


230
c_{II}
c_I''
c_I
c_I'


227
col

231
c_{II}
c_I''
c_I
c_I'


233
tf
Δr


229
F_I
F_{II}
c_{II}
c_I

H. MATTE, del.